

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ROZBOR A VYUŽITÍ VYSOCE VÝKONNÝCH VRTACÍCH NÁSTROJŮ

ANALYSES AND USAGE OF HI – EFFICIENT DRILLING TOOLS.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jan Malát

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Oskar Zemčík, CSc.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Malát Jan

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Rozbor a využití vysoce výkonných vrtacích nástrojů.

v anglickém jazyce:

Analysis and usage of hi - efficient drilling tools.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Rešerše literatury k danému tématu.
2. Technologie a nástroje pro progresivní metody vrtání.
3. Konstrukční prvky nástrojů.
4. Porovnání jednotlivých vrtacích nástrojů od renomovaných výrobců.
5. Závěr - vyhodnocení a doporučení.

Cíle bakalářské práce:

Konstrukční prvky vysoce výkonných vrtacích nástrojů, porovnání vrtacích nástrojů renomovaných výrobců.

Seznam odborné literatury:


1. ZEMČÍK, O. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
2. ZEMČÍK, O. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6
3. KÖNIG, W. Fertigungsverfahren band 1, 2, 3, 4, 5, 6. 4. Aufl. Düsseldorf: VDI – Verlag GmbH, 1999. 416 s. ISBN 3-18-401054-6
4. Firemní podklady dle dalšího zpřesnění a určení (Sandvik Coromant, Gühring, Fette, Pramet, Mitsubishi, Iscar, Seco, apod.)
5. REICHARD, A. Fertigungstechnik 1, 2. 10. Aufl. Hamburg: Handwerk und technik, 1993. 420 s. ISBN 3-582-02311-7

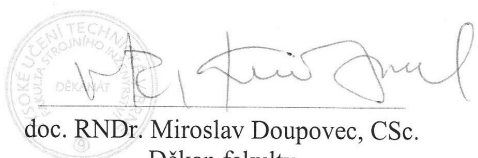
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Oskar Zemčík, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 10.11.2008

L.S.


doc. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu


doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Všeobecný popis vrtacích nástrojů a řezných materiálů pro vysokovýkonné vrtání. Jejich rozdělení z hlediska konstrukčních, technologických a ekonomických parametrů. Rozbor a následné porovnání jednotlivých vrtacích nástrojů od předních tuzemských a zahraničních výrobců s doporučením pro efektivní využití.

Klíčová slova

Vysoce výkonné vrtací nástroje, vrtání, řezné materiály, vrták, výměnná břitová destička, technologické parametry, využití.

ABSTRACT

General description of drilling instruments and cutting materials for high-powered drilling. Subdivision of those parts by constructional, technological and economic parameters. Analysis and subsequent comparison of particular drilling instruments, made by well know home and foreign producers with recommendation for theirs effective exploitation in use.

Key words

High-performance drilling tools, drilling, cutting materials, drill, removable blade plate, technological parameters, use.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MALÁT, Jan. *Název: Rozbor a využití vysoce výkonných vrtacích nástrojů.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 51 s., příloh. 4, Vedoucí práce: Ing. Oskar Zemčík, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Rozbor a využití vysoce výkonných vrtacích nástrojů** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

.....

Jméno a příjmení bakaláře

Poděkování

Děkuji tímto Ing. Oskaru Zemčíkovi, CSc. a Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrakt	5
Prohlášení	6
Poděkování	7
Obsah.....	8
1 TEORIE VRTÁNÍ	11
1.1 Základní veličiny používané při vrtání	12
1.2 Vrtání krátkých děr	13
1.3 Vrtání hlubokých děr	13
2 VRTACÍ NÁSTROJE A JEJICH KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	15
2.1 Vrtací nástroje.....	15
2.2 Konstrukce vrtacích nástrojů	15
2.3 Nejpoužívanější typy vrtáků:.....	16
2.3.1 Šroubovitě (spirálovitě) vrtáky	17
2.3.2 Kopinaté vrtáky	17
2.3.3 Tvarové vrtáky	18
2.3.4 Vrtáky s vyměnitelnou břitovou destičkou (VBD).....	18
2.3.5 Frézovací vrtáky	19
2.3.6 Vrtáky pro hluboké vrtání	20
2.3.7 Dělové vrtáky	20
2.4 Vysokovýkonné vrtací nástroje	21
3 ŘEZNÉ MATERIÁLY VRTACÍCH NÁSTROJŮ	22
3.1 Základní rozdělení nástrojových materiálů	22
3.1.1 Nástrojové oceli.....	22
3.1.2 Slinuté karbidy (SK)	24
3.1.3 Cermety	26
3.1.4 Řezná keramika	26
3.1.5 Supertvrdé rezné materiály	26
3.2 Progresivní nástroje pro nové konstrukční materiály	27
3.2.1 GGV	27
3.2.2 ADI	28
4 POROVNÁNÍ VRTACÍCH NÁSTROJŮ RENOMOVANÝCH VÝROBCŮ ...	29

4.1	Výrobce vrtáků	29
5	POROVNÁNÍ A ZHODNOCENÍ TECHNOLOGICKÝCH PARAMETRŮ, VYBRANÝCH VRTACÍCH NÁSTROJŮ	32
5.1	Monolitní vrtací nástroje o průměru 12mm určené k vrtání do oceli.....	33
5.1.1	NÁSTROJE CZ – vrták 338RNHSSCo5	33
5.1.2	SANDVIK Coromant – vrták CoroDrill Delta-C R840	34
5.1.3	Iscar Ltd – vrták HSD-AM6 (H.S.S.).....	34
5.1.4	Seco Tools –vrták feedMAX SD203A-12.0-36-12R1	35
5.1.5	Gühring o.H.G – vrták RT 100 U	36
5.2	Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami o průměru 25mm určené k vrtání do oceli	36
5.2.1	Pramet Tools – vrták 803D - 25	36
5.2.2	Sandvik Coromant – vrták CoroDrill 880 – D2500L25-03.....	37
5.2.3	Seco Tools – vrták perfoMAX SD503-25-75-32R7.....	38
5.2.4	Fette – vrták WP 300IK.....	39
5.3	Vrtáky s výměnnými vrtacími hlavicemi o průměru 20mm určené k vrtání do oceli 40	
5.3.1	Iscar Ltd – vrták CHAMDRILL DCM 200-060-25A-3D	40
5.3.2	Seco Tools – vrták Crownloc TM SD103-20,00-75-25R7.....	40
6	TECHNOLOGICKÉ POROVNÁNÍ A EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH VRTACÍCH NÁSTROJŮ	42
6.1	Monolitní vrtací nástroje o průměru 12mm určené k vrtání do oceli.....	42
6.2	Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami o průměru 25mm určené k vrtání do oceli	44
6.3	Vrtáky s výměnnými vrtacími hlavicemi o průměru 20mm určené k vrtání do oceli.....	47
7	ZHODNOCENÍ A DOPORUČENÉ VYUŽITÍ VRTÁKŮ	48
	Závěr.....	49
	Seznam použitých zdrojů	50
	Seznam použitých zkratk a symbolů	51

Úvod

Z historických pramenů víme, že úplně první otvory byly vrtány již v době kamenné. Šroubovitě vrtáky, tak jak je známe, se začaly vyrábět na začátku 19. století. Avšak jejich hojného použití a následnou sériovou výrobu datujeme až ke konci 19. století.

Dříve byly krátké díry vrtány hlavně na vrtačkách se svislým vřetenem a tento způsob výroby byl často „úzkým profilem“ výroby. V současné době je však vrtání krátkých děr běžné téměř na všech strojích a rychlá výroba krátkých děr je na flexibilních výrobních systémech, obráběcích centrech, NC a CNC soustruzích naprosto běžnou záležitostí.

Skutečnost, že vrtání je zdaleka nejběžnější operací a že většina všech průměrů děr je v rozsahu 10 až 20 mm, jednoznačně dokazuje, jaký význam v moderním obrábění vrtání zaujímá. S vývojem moderních nástrojů pro vrtání došlo k velkým změnám v oblasti přípravných a dokončovacích operací. Moderní nástroje umožňují vrtání do plného materiálu v jediné operaci, bez předchozího předvrtání nebo vrtání středících důlků – v takové jakosti vyvrtané díry, která činí následná obrábění, prováděná za účelem dosažení přesnosti rozměrů a dobré jakosti obrobeného povrchu v mnoha případech zbytečnými.

Také vývoj vrtacích nástrojů doznal za desítky let používání podstatných změn. Z monolitních vrtáků z rychlořezné oceli, které jsou doposud v malosériové výrobě hojně používané, ač jejich konstrukce je mnohdy starší než 50 let, se výroba nástrojů zaměřila na mnohem pokrokovější materiály jako je například slinutý karbid, nebo vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami. Tyto nástroje umožňují využití mnohem efektivnějšího způsobu vrtání a zkracují tím výrobní časy mnohdy až o polovinu.

Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami jsou v podstatě jen přípravky pro mechanické upnutí břitových destiček. Výhodou těchto vrtacích nástrojů je především jednoduchá výměna břitových destiček z různých typů slinutých karbidů. Tyto vrtáky nacházejí své uplatnění především v sériové výrobě kde snižují výrobní čas a především náklady na výrobu.

1 TEORIE VRTÁNÍ

Pojem vrtání zahrnuje téměř všechny způsoby obrábění, které se používají ke zhotovení válcových děr v obrobku při použití řezných nástrojů. Mimo vrtání krátkých a dlouhých děr zahrnuje tento pojem také další způsoby obrábění jako vystružování, vyhrubování, vyvrtávání, ale také některé operace obrábění načisto jako je válečkování apod. Společným jmenovatelem všech těchto způsobů obrábění je rotační pohyb nástroje, případně obrobku, společně s přímočarým pohybem nástroje respektive obrobku.

„Proces vrtání lze sice porovnat se soustružením a frézováním, ale požadavky na utváření třísky a její odvádění jsou u vrtání podstatně vyšší. Čím je větší délka vrtané díry, tím důležitější je zajistit kontrolované utváření třísky, aby bylo možné tyto třísky bez problémů odstraňovat z vyvrtaných děr. Při vrtání dlouhých děr jsou často kladeny vysoké nároky na kvalitu vrtání, kdežto u krátkých děr, které se vyskytují mnohem častěji, je ve snaze o dosažení co možná nejvyššího stupně hospodárnosti při obrábění kladen větší důraz na objem odebraného materiálu. To znamená, že rozdíl mezi vrtáním krátkých a dlouhých děr se neomezuje pouze na poměr délky a průměru díry. Zmíněné parametry, jako odvod třísky, množství odebraného materiálu, jakost zhotovené díry, tvoří základ pro určování různých postupů při vrtání krátkých a dlouhých děr. Poměr délky a průměru, který definuje vrtání krátkých děr, je závislý především na dané technologii a může být měněn jen v důsledku vývoje nových vrtacích nástrojů, například: ještě před cca dvaceti lety bylo vrtání krátkých děr zařazeno do kategorie vyloženě hrubovacích operací, zatímco při použití současných vrtáků se dosahují tolerance IT9, které jsou ve většině případů dostačující pro dokončovací operace“².

Vrtání je, jako soustružení, kombinací dvou pohybů: hlavního rotačního pohybu a přímočarého posuvného pohybu. Při vrtání krátkých děr na vrtačkách a obráběcích centrech spočívá obrábění v tom, že nástroj provádí jak rotační, tak posuvný pohyb. Použití soustruhů s řízením NC a CNC pro vrtání krátkých děr však vedlo k tomu, že operace je v narůstající míře prováděna kombinací rotujícího obrobku a nerotujícího přímočaře se pohybujícího vrtáku.

1.1 Základní veličiny používané při vrtání ²

Bez ohledu na to, je-li použit vrták z materiálu HSS (rychlořezná ocel), slinutého karbidu, nebo je použit vrták s vyměnitelnými břitovými destičkami, zůstávají podmínky pro vrtání vždy stejné.

Hlavním pohybem při vrtání je rotace. Rotovat může jak nástroj, tak i obrobek. Výběr řezné rychlosti a posuvu se uskutečňuje podle vrtaného materiálu a již získaných zkušeností, tyto veličiny určují výkon vrtáku. Dalšími základními veličinami jsou například: posuv na otáčku, šířka řezu, délka posuvu atd.

Tab. 1.1 Základní veličiny

Název veličiny	Jednotka	Popis
Počet otáček n	$[ot \cdot min^{-1}]$	veličina, která se vztahuje k hlavnímu pohybu a je vyjádřena počtem otáček za minutu.
Řezná rychlost v	$[m \cdot min^{-1}]$	je při vrtání určována počtem otáček a průměrem nástroje tj. je to dráha bodu, kterou urazí na obvodu nástroje za minutu.
Posuv na otáčku f	$[mm \cdot ot^{-1}]$	je posuv nástroje vůči obrobku, případně posuv obrobku vůči nástroji, vyjádřený délkou dráhy za časovou jednotku. Tento údaj je v praxi znám také jako strojní posuv, nebo posuv stolu.

Výběr řezné rychlosti a posuvu se uskutečňuje podle vrtaného materiálu a již získaných zkušeností při vrtání, tyto veličiny určují výkon vrtáku.

Čas obrábění je sledovaná veličina především z technologického a ekonomického hlediska. Pro určení času obrábění přitom obecně platí:

Jednicový strojní čas:

$$t_{AS} = \frac{Ln + L + Lp}{f \cdot n} \quad (1.1)$$

t_{AS} = jednicový strojní čas [min]

L = celková dráha vrtáku [mm]

L_n = dráha náběhu [mm]

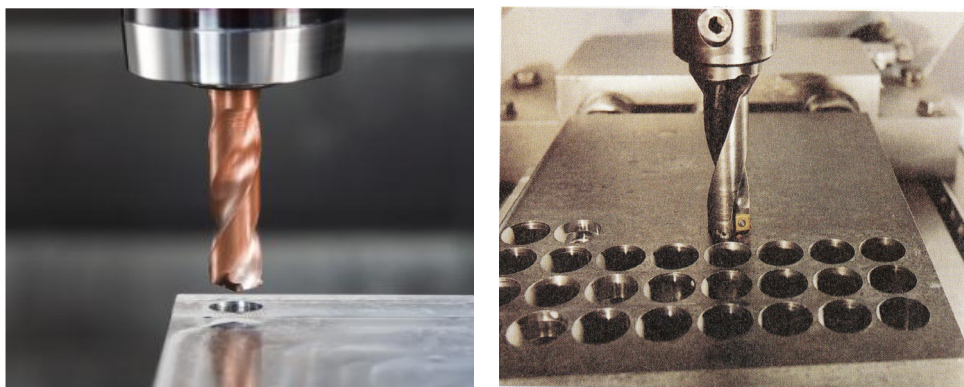
L_p = dráha přeběhu [mm]

f = posuv na otáčku $[mm \cdot ot^{-1}]$

n = počet otáček $[ot \cdot min^{-1}]$

1.2 Vrtání krátkých děr

„Vrtání krátkých děr zahrnuje relativně malý poměr L/D . Pro průměry děr do 30 mm přichází zpravidla v úvahu délka vrtání maximálně 5 až 6D, zatímco délky vrtání u větších průměrů jsou omezeny na 2,5D. Nejběžnější metodou vrtání krátkých děr je vrtání do plna, přičemž je díra vrtána v jediné operaci až do určitého průměru vrtáku. Vrtání na jádro se často používá pro vrtání děr velkých průměrů, protože tato metoda nevyžaduje tak vysoký příkon stroje, který je nutný při vrtání doplna. Také vrtání na jádro se provádí v jedné operaci, při níž není řezán celý materiál; ve středu díry zůstává jádro válcovitého tvaru. Pro zlepšení jakosti povrchu díry, nebo tolerance průměru díry může být zařazena operace předvrtání“¹.



Obr. 1.1 Vrtání krátkých děr^{5,2}

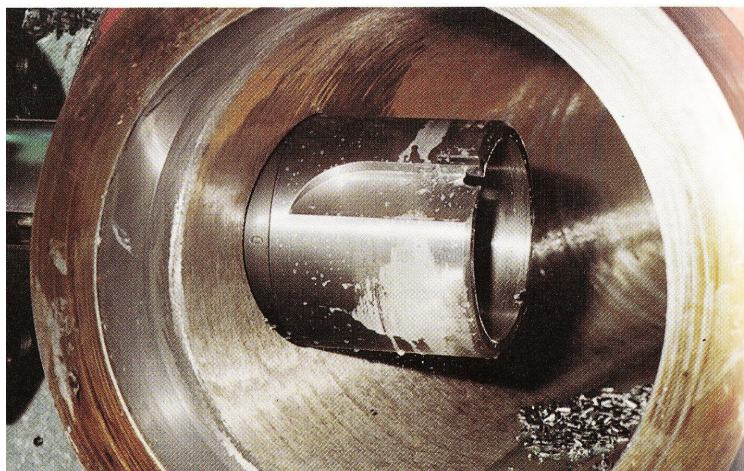
1.3 Vrtání hlubokých děr²

Charakteristickým znakem pro vrtání hlubokých děr je na jedné straně velký objem odřezaného materiálu, na druhé straně pak požadavek vysoké přesnosti na přímost a rozměrovou stálost vrtané díry a také na jakost obrobené plochy. Často velmi extrémní podmínky při vrtání hlubokých děr kladou vysoké požadavky na nástroj, stroj a na požadovanou výbavu. S vrtáním hlubokých děr se setkáme téměř ve všech průmyslových oblastech, především však v energetice, ve výrobě zařízení pro těžbu ropy, plynu a v leteckém průmyslu. Obrobky jsou velmi drahé a případné zmetky mohou mít za určitých okolností velmi vážné ekonomické následky.

Pojem vrtání hlubokých děr se rozumí obrábění děr, u nichž je poměr vrtané délky a průměru vrtáku relativně velký. Sem patří zpravidla délky vrtání, které se pohybují v rozsahu od 5D až po 100D a více. Velký výkon obrábění pro vrtání hlubokých

děr a s ním spojená schopnost dosáhnout tolerance IT8 a jakosti povrchu $Ra = 0,1 \mu m$ znamená, že tato metoda obrábění je konkurenceschopná již od hloubek vrtání 2D.

Velkou důležitost při vrtání má dobré utváření třísky a odvádění třísek z vrtané díry. Odstraňování třísek musí probíhat tak, aby nemohlo dojít k poškození obrobených stěn díry. Čím větší je délka vrtané díry, tím náročnější je dosažení dobrého odvádění třísek. Při vrtání hlubokých děr jsou používány dva způsoby odvádění třísek z vrtané díry.



Obr. 1.2 Vrtání hlubokých děr na jádro dutého hřídele lodního šroubu²

Používanější způsob je ten, při kterém přivádíme chladicí kapalinu vnitřkem vrtáku a třísky jsou odváděny drážkami na tělese nástroje tzv. STS neboli jednotrubkový systém. Při realizaci tohoto principu se používá jednobřitý vrták. Druhým způsobem je chladicí kapalina přiváděna kolem vrtáku, zatímco třísky jsou odváděny vnitřkem tělesa vrtáku tzv. ejektorový princip. Příznivějšího odstranění třísek dosáhneme při použití systému STS, u kterého je množství chladicí kapaliny protékající vrtákem, přibližně dvakrát větší než u ejektorového systému a rovněž její tlak je vyšší.

2 VRTACÍ NÁSTROJE A JEJICH KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ^{1, 2, 3}

2.1 Vrtací nástroje

Jako vrtací nástroj lze definovat takový nástroj, který je opatřen jedním nebo několika čelně obrábějícími břity a který má jednu, nebo několik šroubovitých či přímých drážek pro odvádění třísek. Všechny vrtací nástroje mají jeden společný problém – a to, že pracují za extrémních podmínek. Řezná rychlost kolísá mezi nulou v ose nástroje a maximálními hodnotami na jeho obvodě. Charakter třísek musí být takový, aby mohly být bez problémů a poškozování obráběných ploch odváděny z díry.

Vrtáky lze ve většině případů považovat za vyvážené nástroje. Díky umístění břitu v ose se dosahuje symetrie a rovněž vzájemného vyrovnaní řezných sil. Vrtáky lze v podstatě rozdělit do dvou skupin: vrtáky, které je možné přestřovat a vrtáky, které jsou osazeny vyměnitelnými břitovými destičkami. Přestřitelné vrtáky se převážně používají pro vrtání malých děr o průměrech od 2,5 do 13 mm, kdežto vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami nacházejí mnohem větší uplatnění v sériové výrobě.

2.2 Konstrukce vrtacích nástrojů

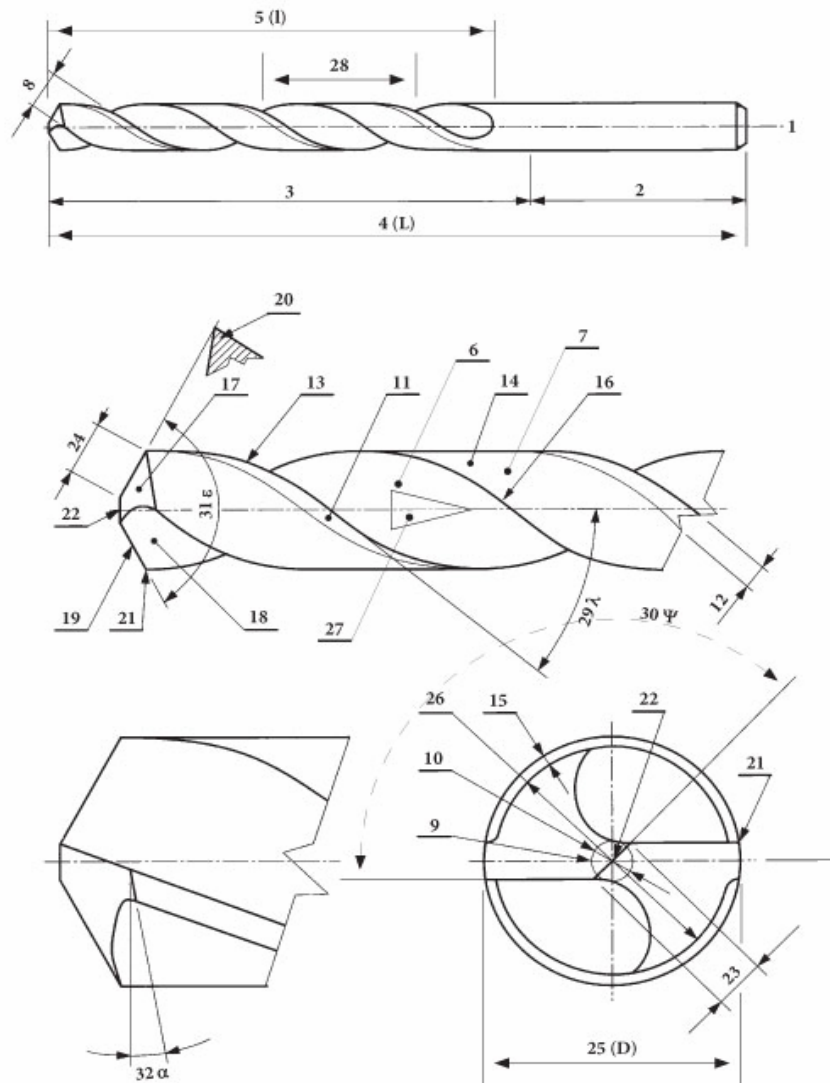
Hlavní části vrtacích nástrojů tvoří část upínací a část funkční. Části upínací se rozdělují dle svého tvaru tj. tvar stopky:

- válcová stopka,
- válcová s ploškou,
- kuželová.

Funkční část je část vrtáku, která navazuje na rovné drážky nebo na šroubovici, kterými je odváděn odebraný materiál. Funkční části dělíme podle způsobu použití na vrtací a frézovací.

Technické názvosloví vrtacího nástroje ⁶

1. osa
2. stopka - hladká, válcová
3. tělo vrtáku
4. celková délka L
5. délka drážky l (šroubovice)
6. drážka
7. plocha vedlejšího hřbetu
8. šířka plochy vedlejšího hřbetu
9. jádro
10. tloušťka jádra
11. fazetka
12. šířka fazetky
13. vedlejší ostří
14. odlehčení
15. hloubka odlehčení
16. pata
17. hřbet
18. čelo
19. hlavní ostří
20. břit
21. vnější špička
22. příčné ostří
23. délka příčného ostří
24. délka hlavního ostří
25. průměr vrtáku
26. průměr odlehčení
27. zpětná kuželovitost
28. stoupání šroubovice
29. úhel šroubovice (λ)
30. úhel příčného ostří (ψ)
31. úhel špičky (ϵ)
32. úhel hřbetu (α)



Obr. 2.1 Technické názvosloví vrtacího nástroje ⁶

2.3 Nejpoužívanější typy vrtáků:

- šroubovité vrtáky s válcovými nebo kuželovými stopkami,
- kopinaté vrtáky,
- frézovací vrtáky,
- tvarové vrtáky,
- vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami,
- vrtáky pro hluboké vrtání,
- dělové vrtáky.

2.3.1 Šroubovité (spirálovité) vrtáky

Šroubovitý vrták s prakticky ustálenou geometrií řezné části je v současné době nejpoužívanějším nástrojem pro vrtání krátkých děr. Jako rozlišovací znak jednotlivých typů spirálovitých vrtáků se používá boční úhel čela γ_f , který je s dostačující přesností stejný jako úhel šroubovice δ . Jedná se o dvoubřité nástroje, které se používají k vrtání do plného materiálu, zvětšování a předvrtávání děr pro výstružníky, záhlubníky a podobně. Do průměru $D=20$ mm mají válcovou stopku, pro $D=10$ až 100 mm stopku kuželovou (Morse kužel). Vysoce výkonné vrtáky jsou z oceli 19 857 a 19 861 a jsou vhodné k vrtání chromové, austenitické, korozivzdorné, žárovevné oceli, oceli na odlitky apod.



Obr. 2.2 Šroubovitý vrták ⁶

2.3.2 Kopinaté vrtáky

Funkční část kopinatého vrtáku je zploštěná, vytváří klín, který přechází přes kuželovou část do zesílené válcové upínací stopky. Tyto vrtáky jsou velmi tuhé a umožňují vrtat díry o průměru $D = 28$ až 128 mm s poměrem $L:D = 3:1$ bez nutnosti navrtávání. Také se používají pro práci v oboru jemné mechaniky, kde se s nimi v malých průměrech (do 0,5 mm) vrtají vstříkovací otvory trysek. „Ostří vytvořené dvěma břity o stejné délce, svírá úhel špičky $\varepsilon = 90$ až 130° , dle obráběného materiálu. Čím tvrdší materiál, tím se volí tento úhel větší. Břity jsou podbroušeny pod úhlem hřbetu $\alpha = 3$ až 5° . K výrobě se používá nástrojová ocel, uhlíková nebo rychlořezná. Větší vrtáky se řeší z hlediska výkonu a úspory materiálu s vyměnitelnými břitovými destičkami. Nevýhodou těchto vrtáků je špatný odvod třísek, který lze zlepšit přívodem dostatečného množství chladicí kapaliny, jež třísky odplavuje.

2.3.3 Tvarové vrtáky

„Při snaze o co největší snížení strojních časů na vrtacích linkách a strojích se používají kombinované vrtáky, které umožňují slučovat několik operací. Jedná se o vrtáky s břity stupňovitě uspořádanými, používají se buď dvoustupňové nebo vícestupňové. Pro kusovou a malosériovou výrobu se stupňovité vrtáky vybrušují z normálních šroubovitých vrtáků, což je velmi nákladné. Ve velkosériové výrobě se používají několika drážkové vrtáky, u kterých je každý stupeň vytvořen dvojicí břitových výstupků. Kombinace šroubovitých vrtáků se záhlubníky, závitníky nebo výstružníky je velmi výhodná především z technologického hlediska, avšak vyžaduje změnu řezných podmínek, což je často velmi obtížné“¹.



Obr. 2.3 Tvarový vrták¹²

2.3.4 Vrtáky s vyměnitelnou břitovou destičkou (VBD)^{2,5}

Krátké vrtáky, osazené vyměnitelnými břitovými destičkami (VBD), nejsou stejně přesné jako šroubovitě vrtáky - broušené na průměr a opatřené moderní geometrií břitu. Zaručují však vyšší produktivitu a používají se zásadně pro obrábění děr větších průměrů. Nejběžnější vrták s VBD je osazen asymetricky usprádanými břity, které se překrývají. Toto provedení má opodstatnění při optimalizaci záběru především proto, že na obvodě a v ose vrtáku mohou být použity rozdílné druhy slinutých karbidů a geometrie břitu. Vrtáky s VBD jsou používány pro vrtání do plného materiálu, vrtání na jádro a také do konvexních, konkávních šikmých i nepravidelných ploch.

Pro co možná nejlepší výsledek při použití vrtáků osazených vyměnitelnými břitovými destičkami je důležité znát používanou geometrii a také její výkonovou charakteristiku. Např. hrubé obrábění tedy vyžaduje robustnější vyměnitelné břitové destičky (základní tvar S podle normy ISO) než výroba vysoce kvalitních otvorů (základní tvar W podle ISO). Díky specifickému nastavení destiček se např. u vrtáku do plného materiálu s vyměnitelnými břitovými destičkami dosahuje čistého

vystředění a eliminuje vytváření žlábků zpětným pohybem nástroje. Otvor se dá zpravidla vyrobit s rozměrovou přesností 0,1 mm. Podstatné výhody vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami spočívají ve stálé geometrii hrotu vrtáku, neměnné délce nástroje a v možnosti jednoduchého a úsporného přizpůsobení rezného materiálu právě obráběnému materiálu. Kromě toho odpadají pracovní procesy jako přebrušování a opakované povlakování břitů.

Základní rozdíl většiny vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami oproti spirálovým vrtákům spočívá v tom, že berou ohled na průřez třísky, protože jsou zčásti považovány za jednobřítové. Možné posuvy f jsou proto o něco menší než u srovnatelných dvoubřitých spirálových vrtáků. Chybějící příčný břit ovšem umožňuje výrazně vyšší rezné rychlosti, takže realizovatelné rychlosti posuvu u vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami jsou na podobné úrovni jako u spirálových vrtáků. Kvůli asymetrickému uspořádání ostří na vrtáku s vyměnitelnými břitovými destičkami vznikají velmi rozdílné podmínky obrábění na vnitřním a vnějším břitu. Vnější břit přitom obrábí podstatně větší objem při rovněž vyšší průměrné rychlosti. Rozdílné zatížení jednotlivých břitů se proto musí vyrovnávat volbou vhodných vyměnitelných břitových destiček.



Obr. 2.4 Vrták s VBD ⁹

2.3.5 Frézovací vrtáky

„Mají 2 až 3 vyměnitelné břitové destičky ze SK a pozitivní geometrii břitu. Třísky se odvádějí přímými drážkami a chladicí kapalina je přiváděna tělem vrtáku do místa řezu. Frézovací vrtáky umožňují 5 až 10krát vyšší úběr materiálu než šroubovité vrtáky z RO. Používají se pro vrtání krátkých děr s poměrem $L:D = 2:1$. U vrtáků velkých průměrů se břitové destičky upínají pomocí výměnné kazety. To umožňuje změnu

vrtaného průměru beze změny tělesa vrtáku. Velikost vrtané díry je pak tedy omezena pouze výkonem stroje“³.



Obr. 2.5 Frézovací vrták¹⁴

2.3.6 Vrtáky pro hluboké vrtání

Náročná technologie klade vysoké nároky na výrobu těchto nástrojů, především na:

- rozměrovou a geometrickou přesnost,
- válcovitost a souosost,
- střední aritmetickou úchylku od střední hodnoty (R_a),
- drobnou třísku s odplavováním z místa řezu.

Používané nástroje pro hluboké vrtání jsou:

- a) šroubovitě vrtáky s prodlouženou stopkou,
- b) ploché kopinaté vrtáky,
- c) dělové jednobřité vrtáky s přímým ostřím,
- d) vrtáky metody BTA,
- e) vrtáky ejektorové metody.

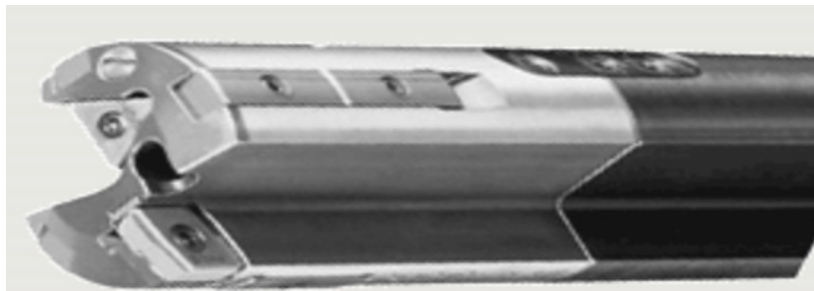


Obr. 2.6 Vrták pro hluboké vrtání do plna, ejektorový systém¹³

2.3.7 Dělové vrtáky

Tyto vrtáky se používají k vrtání hlubokých děr. Jejich tělo a ostří je konstruováno tak, aby vedení v díře bylo co nejlepší. Těmito vrtáky lze vyvrtat díru v délce několika desítek až stovek průměru vrtáku, aniž by došlo k jeho vybočení. Při vrtání je nutné

zajistit dokonalý odvod třísek z díry proudem chladicí kapaliny. Dělový vrták koná obvykle pouze posuvný pohyb, otáčivý pohyb koná obrobek.



Obr. 2.7 Hluboko vrtací dělový vrták s vyměnitelnými břitovými destičkami ¹³

2.4 Vysokovýkonné vrtací nástroje ⁵

Vzhledem k tradičnímu materiálu vrtáků - rychlořezné oceli - se stále více prosazují výkonnější řezné materiály, především slinuté karbidy a řezná keramika. Spirálové vrtáky ze slinutého karbidu (SK) jsou logickým důsledkem požadavků průmyslu na nástroje s vyšším výkonem, resp. lepší odolností proti opotřebení. Z tohoto důvodu má čím dál větší význam používání těchto nástrojů na NC obráběcích centrech.

Výhody vrtáků ze slinutého karbidu (SK) oproti spirálovým vrtákům z rychlořezné oceli (HSS) spočívají v kratších časech obrábění a v delší trvanlivosti v metrech. To je obzvlášť zřetelné při obrábění silně brusných materiálů obrobků jako jsou litina, hliníkové slitiny s vysokým podílem křemíku, plasty s výplňovým materiálem, grafit a materiály zesílené skelnými vlákny. Totéž platí také pro všechny více či méně obtížné obrobitelné typy oceli.

Konstrukční rozměry jsou do značné míry převzaty ze spirálových vrtáků HSS. Potud jsou možné rovněž podobné varianty, co se týká tvaru a geometrie břitů. Meze jsou dány houževnatostí řezného materiálu, obzvlášť s ohledem na poměr průměru délky.

3 ŘEZNÉ MATERIÁLY VRTACÍCH NÁSTROJŮ

„Řezné materiály jsou výsledkem intenzivních vývojových prací, které probíhaly hlavně ve 20. století. Operace obrábění řeznými nástroji, které například v roce 1900 vyžadovaly 100 minut, trvají dnes méně než minutu.

Požadovaný stav obrobeného povrchu a přesnost rozměrů mohou ovlivnit volbu řezného materiálu, protože při použití některých řezných materiálů lze dosáhnout lepší kvality povrchu než s materiály jinými. V podstatě můžeme říci, že vývoj řezných materiálů patří k těm faktorům, které významně přispěly k výkonnosti dnešního moderního světového průmyslu“².

Volba vhodného materiálu na řeznou část nástroje je z hlediska jeho funkce nejdůležitější. Podmínky, v kterých se nachází břit při odběru třísky, určují v podstatě požadavky na mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti řezného materiálu.

Základní vlastnosti řezného materiálu: ¹

- tvrdost převyšující nejméně o 5 až 6 HRC tvrdost obráběného materiálu,
- odolnost proti opotřeбенí při vysokých teplotách (až 1200°C),
- tepelná vodivost,
- pevnost v ohybu a houževnatost.

3.1 Základní rozdělení nástrojových materiálů ^{1, 2, 3}

- Nástrojové oceli
- Slinuté karbidy
- Cermety
- Řezné keramika
- Supertvrde materiály (Diamant, Kubický nitrid boru)
- Brousící materiály

3.1.1 Nástrojové oceli

Jsou to ušlechtilé oceli, které se vyznačují vyšším obsahem uhlíku a legujících prvků. Členíme je podle chemického složení na:

- nástrojové oceli uhlíkové,
- nástrojové oceli legované,

- rychlořezné oceli,
- slitinové oceli na odlitky,
- brousící materiály.

Nástrojové oceli jsou zařazeny dle ČSN ve třídě 19 a jejich rozdělení je v níže uvedené tabulce.

Tab.3.1 Rozdělení a označování nástrojových ocelí

Základní číselná značka	Význam třetí číslice v základní značce oceli	Základní rozdělení
19 0xx 19 1xx 19 2xx	Dvojcísli označené xx vyjadřuje obsah uhlíku	Nástrojové oceli nelegované
19 3xx	Oceli manganové, křemíkové	Nástrojové oceli legované
19 4xx	Oceli chromové	
19 5xx	Oceli chrómmolybdenové	
19 6xx	Oceli niklové	
19 7xx	Oceli wolframové	
19 8xx	Oceli rychlořezné	
19 9xx	Volné	

Dále se budeme v této kapitole zabývat pouze materiály pro vysokovýkonné obrábění.

Rychlořezné oceli (RO, HSS)

Rychlořezné oceli jsou uváděny jako samostatná skupina legovaných nástrojových ocelí, a to pro své zcela specifické vlastnosti a využitelnost, zejména pro vysokovýkonné řezné nástroje. Jsou to v podstatě slitinové oceli s vysokým obsahem legujících prvků např. (W, Cr, V, Mo, Co). Uhlíku obsahují zpravidla méně než 1 %. Podle obsahu legujících prvků a vlastností jsou vhodné na obrábění ocelí, ocelí na odlitky o vysoké pevnosti a tvrdosti a těžkoobrobitelných materiálů. Zachovávají svou tvrdost do teplot až 650°C a mohou pracovat řeznou rychlostí až $60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

Nejčastější použití na:

- tvarové nástroje, výstružníky, závitníky,
- frézy menších rozměrů,
- nástroje vystavené rázům při přerušovaném řezu.

3.1.2 Slinuté karbidy (SK)

Vrtáky ze slinutého karbidu jsou logickým důsledkem požadavků průmyslu na nástroje s vyšším výkonem, respektive lepší odolností proti opotřebení. Z tohoto důvodu má čím dál větší význam používání těchto nástrojů z SK na NC obráběcích strojích. Slinutý karbid je řezným materiálem, který je produktem práškové metalurgie a obsahuje tvrdé částice karbidu, které jsou vázány kovovým pojivem. I přes svou vysokou cenu a poměrně velkou křehkost došlo k jeho masovému rozšíření tak, že v současné době jsou společně s rychlořeznou ocelí základem výkonného a rychlostního obrábění kovů. Vysoká křehkost se minimalizuje tuhostí soustavy stroj-nástroj-obrobek (SNO), respektive stroj-nástroj-obrobek-přípravek (SPID).

Základní vlastnosti slinutých karbidů:

- vysoká tvrdost (85 až 95 HRA), malá pevnost v ohybu,
- velká odolnost proti opotřebení při vysokých teplotách, stálá tvrdost do teplot až 1000°C,
- dobré mechanické a fyzikální vlastnosti (pevnost v tlaku, odolnost proti korozi, vysoká měrná hmotnost),
- špatná tepelná a elektrická vodivost.

Mezi nejdůležitější představitele slinutých karbidů patří karbid wolframu (WC), karbid titanu (TiC), karbid tantalu (TaC) a karbid niobu (NbC). Jako pojivo se ve většině případů používá kobalt (Co). Uvedené karbidy mohou i bez kovového pojiva tvořit slinutý karbid, protože jsou navzájem rozpustné. Hlavními rozdíly u druhů používaných obvykle pro výrobu vyměnitelných břitových destiček jsou:

- typ a velikost tvrdých částic,
- druh kovového pojiva a jeho podíl,
- výrobní technologie a kvalita výroby.

Slinutý karbid má velmi širokou oblast použití a je s úspěchem nasazován pro obrábění většiny materiálů. Je vyráběn především ve tvaru normalizovaných destiček. Tyto destičky se poté pájí, ale nejčastěji mechanicky upínají na řeznou část nástroje.

Slinuté karbidy nepovlakované

Členíme dle ČSN v závislosti na svém složení a oblasti použití do tří základních skupin.

- Slinuté karbidy typu P – WC, TiC, Co

Jsou určeny pro obrábění železných kovů se vznikem dlouhé plynulé třísky – oceli, oceli na odlitky, temperované litiny. Nástroje se slinutými karbidy typu P se označují modrou barvou.

- Slinuté karbidy typu M – WC, TiC, TaC, Co

Používají se při obrábění železných kovů se vznikem dlouhé i krátké třísky a pro obrábění neželezných kovů – manganové oceli, austenitické oceli, oceli na odlitky. Nástroje jsou označovány žlutou barvou

- Slinuté karbidy typu K – WC, Co

Jsou určeny především pro obrábění železných kovů s krátkou drobivou třískou – šedé litiny neželezných kovů, měď, bronz, hliník. Nástroje jsou značeny červenou barvou.

Slinuté karbidy povlakované

„Od řezných nástrojů ze slinutého karbidu se vyžaduje, aby vykazovaly co největší otěruvzdornost a současně i velkou houževnatost. Ideálním druhem by byla taková řezná destička, která by měla tvrdý otěruvzdorný povrch a houževnaté jádro. Tomuto požadavku vyhovují vyměnitelné destičky ze slinutého karbidu s tvrdými povlaky karbidu titanu TiC, nitridu titanu TiN nebo oxidu hlinitého Al_2O_3 “³.

„Většinou je využíván technicky a ekonomicky výhodný univerzální povlak TiN. Povlaky TiAlN, TiCN a kombinované se začínají prosazovat ve speciálních aplikacích např. při obrábění za sucha a rychlostním obrábění. Prakticky většina povlaků je nanášena metodami PVD. Povlaky TiN a TiAlN jsou převážně vytvářeny jako jednovrstvé, povlaky TiCN a kombinované jako více (mnoho) vrstvé.

Povlak TiAlN je především efektivní na abrazivních materiálech, např. litině. Jeho tepelná odolnost jej předurčuje pro použití při obrábění za sucha.

Při obrábění ocelí jsou obecně nejlepší výsledky dosahovány nástroji s povlaky typu TiCN, které se používají jak na SK, tak i RO. Důvodem příznivých výsledků je především mnohovrstvá struktura povlaku TiCN. Mezivrstvy povlaku působí jako bariéra proti šíření trhlin, které se po vzniku šíří pomaleji a neproniknou okamžitě k

základnímu materiálu nástroje. Z technických důvodů nemohou být po přeoštění nástroje povlaky TiCN obnoveny. U těchto nástrojů se další povlakování provádí univerzálním TiN⁴.

Povlakované slinuté karbidy nacházejí široké uplatnění především u soustružení, vrtání a frézování převážné části strojírenských materiálů.

3.1.3 Cermety

Cermet je řezný materiál obsahující tvrdé částice (TiC, TiN, TiCN, TaN) v kovovém pojivu (Ni, Mo, Co), který je vyráběn práškovou metalurgií. V podstatě je sporné zda cermety považovat za SK a proto jsou uvedeny samostatně, neboť oblast jejich použití leží mezi slinutými karbidy a řeznou keramikou.

3.1.4 Řezná keramika

Keramické řezné materiály jsou tvrdé, mají vysokou tvrdost za tepla a nereagují chemicky s materiálem obrobku. Snášejí vysokou teplotu na břitu až 1200°C. Řezná keramika jako nástrojový materiál je velmi křehká a má nízkou tepelnou vodivost. Vyrábí se ve formě vyměnitelných břitových destiček, které se po opotřebení vyřazují.

3.1.5 Supertvrdé řezné materiály

„Pod všeobecným názvem supertvrdé materiály lze zahrnout dva synteticky vyrobené materiály. Diamant (zkratka PKD vyjadřuje polykrystalický diamant) a kubický nitrid boru. Vzhledem k vynikajícím mechanickým vlastnostem (pevnost v tlaku, tvrdost a další) lze tyto materiály s výhodou používat jako řezné nástrojové materiály, a to zejména pro speciální aplikace⁴. Při obrábění těmito materiály se vyžaduje vysoká tuhost soustavy (SPID).

Diamant

„Vzhledem k poměrně nízké teplotní stálosti (při dosažení teplot nad 650°C se mění na grafit), nesmí být diamant používán pro obrábění materiálů na bázi železa (oceli, litiny), kde by při nadměrném ohřevu docházelo k silné difuzi mezi nástrojem a obráběným materiálem a tím k velmi rychlému opotřebení nástroje. Široké aplikační možnosti poskytuje diamant v oblasti obrábění slitin hliníku a mědi. Používá se

k obrábění kompozitů vyztužených různými druhy vláken (skleněná, uhlíková, aramidová – kevlar, polyetylenová atd.)“⁴.

Kubický nitrid boru

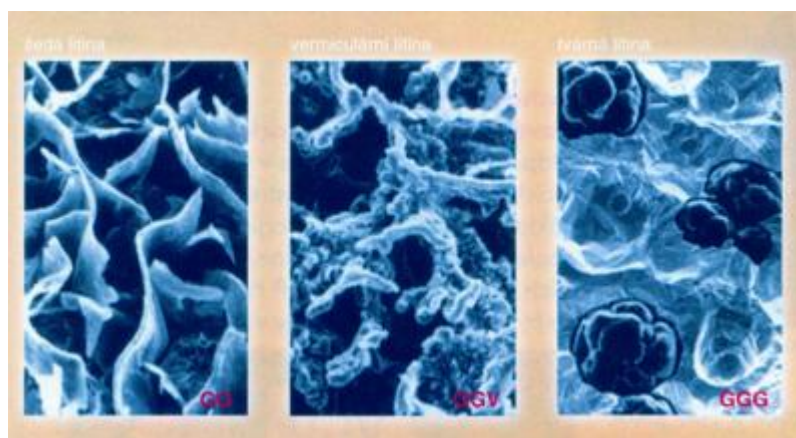
„Vyznačuje se vysokou tvrdostí a houževnatostí. Jsou používány především pro obrábění kalených ocelí až do tvrdosti 65 HRC, např. kalených a zušlechtěných ocelí, ložiskových tělísek a nástrojových ocelí. Kubický nitrid boru je k dispozici především ve dvou variantách - plná vyměnitelná destička, anebo s napájenou řeznou hranou“⁴.

3.2 Progresivní nástroje pro nové konstrukční materiály⁵

Tato kapitola o progresivních nástrojích pro nové konstrukční materiály je zařazena jen jako doplňující a nesouvisí přímo s problematikou vysoce výkonných vrtacích nástrojů.

3.2.1 GGV

Především z důvodu rostoucího používání nových konstrukčních materiálů jako je GGV (litina s vermikulárním grafitem) a ADI (izotermicky kalená tvárná litina), obzvláště v automobilovém průmyslu, reagují na tuto situaci přední výrobci vrtacích nástrojů novými úspornými vrtáky, jako např. firma Guhring vrtákem RT 100R. Materiály GGV a ADI se vyznačují velkou pevností, čímž je možné například zvýšit výkon motoru při stejné tloušťce stěn motorového bloku, anebo snížit jeho hmotnost při zachování stejného výkonu. Proto automobilový průmysl požaduje od výrobců nástrojů takové precizní nástroje, které by byly schopné efektivně obrábět i tyto materiály. Konvenční vrtáky v tomto ohledu vyhovují jen částečně.



Obr. 3.2 Různé tvary grafitu v litině, jejichž různá forma má velký vliv na termické a mechanické vlastnosti materiálu.⁵

Různé tvary grafitu v litině, jejichž různá forma má velký vliv na termické a mechanické vlastnosti materiálu.

GGV je konstrukční vysokopevnostní materiál, který vyhovuje požadavkům na bloky moderních přímo vstřikovaných naftových motorů. Tento materiál splňuje nároky obrovských tepelných a tlakových zátěží se zvyšujícími se výkony i s pronikavým tepelným zatížením při výfuku ze spalovacího prostoru.

Jako konstrukční materiál motorových bloků GGV nabízí velmi dobrou alternativu proti stávajícím materiálům – šedé litině (s lamelárním grafitem) a slitinám hliníku. GGV má pak oproti ostatním litinám následující výhody:

- vyšší pevnost než šedá litina (GG),
- lepší slévatelnost než tvárná litina (GGG),
- vyšší tepelná vodivost než tvárná litina,
- lepší tlumicí vlastnosti než tvárná litina,

GGV má však oproti ostatním litinám velkou nevýhodu, a tou je špatná obrobitelnost.

3.2.2 ADI

Tvárná litina po izotermickém kalení je ideální pro základní odlévané díly v automobilovém průmyslu.

Tuto litinu je možné vyrábět dvěma způsoby – izotermickým kalením nebo zušlechťovacím způsobem. Dnes se používá převážně první způsob, protože při prudkém ochlazování zušlechťovacího procesu nastává nebezpečí vzniku trhlin vlivem různých tlouštěk stěn odlévaných dílů. Také struktura pak není homogenní.

Použití ADI má své výhody:

- vynikající slévatelnost,
- nižší náklady na obrábění,
- lepší obrobitelnost než ocel, pokud je obráběna před izotermickým kalením; třísky jsou jemně dělené, mohou být snadněji odstraněny,
- nižší náklady na tepelné zpracování (než při např. indukčním kalení) – homogenní struktura tvarově komplikovaných dílů,

- nižší spotřeba energií – jeden typický odlitek spotřebuje o 50 % méně energie než z oceli a o 80 % méně energie než kovaný z oceli,
- srovnatelná pevnost s ocelí,
- vynikající odolnost proti dynamickému zatížení,
- vynikající tlumicí vlastnosti při chvění.

Všechny uvedené výhody jsou jasné – GGV a ADI jsou vynikající konstrukční materiály a jejich rozšíření dnes narůstá. Na výrobcích řezných nástrojů pak zůstává vypořádat se s jedinou velkou nevýhodou – špatnou obrobiteľností – a přinést na trh takové nástroje, aby i tyto obtížněji obrobiteľné materiály mohly být produktivně opracovávány.

Pro tyto vrtáky byl vyvinut zcela nový druh slinutého karbidu, který je svými vyváženými vlastnostmi ideální pro obrábění těchto abrazivních materiálů.

4 POROVNÁNÍ VRTACÍCH NÁSTROJŮ RENOMOVANÝCH VÝROBCŮ

V této kapitole zmíníme několik významných tuzemských a zahraničních výrobců vrtacích nástrojů.

4.1 Výrobci vrtáků

Gühring⁷

Společnost Gühring je předním světovým výrobcem obráběcích nástrojů. Zabývá se především výrobou monolitních šroubovitých vrtáků. Výrobou a konstrukcí vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami nebo vrtacími hlavami se tato firma nezabývá. Výjimkou ve výrobním sortimentu firmy jsou vrtáky s vyměnitelnou špičkou. Firma Gühring nabízí širokou škálu spirálních vrtáků pro nejrozmanitější použití v provedení z HSS, HSCO a HSSE rychlořezných ocelí také několik druhů slinutých karbidů. Širokou nabídku těchto materiálů ještě zdůrazňují použité povlaky.



Obr. 4.1 Vrtáky Gühring⁷

SANDVIK Coromant¹⁰

Švédská společnost Sandvik Coromant je předním světovým výrobcem a dodavatelem obráběcích nástrojů a to jak pro frézování, soustružení tak i pro vrtání. V jejím výrobním sortimentu jsou vyměnitelné řezné destičky pro všechny druhy řezných nástrojů. Zabývá se také speciálními nástroji dle přání zákazníka. Ve výrobním sortimentu nenalezneme vrtáky z rychlořezných ocelí, ty jsou však nahrazeny vrtáky ze slinutých karbidů.



Obr. 4.2 Obráběcí nástroje Sandvik Coromant¹⁰

Iscar Ltd¹²

Tato Izraelská firma patří již řadu let ke světové špičce v oblasti vývoje, výroby a celosvětové distribuci obráběcích nástrojů a řezných materiálů, které nacházejí uplatnění v nejrůznějších průmyslových odvětvích. Společnost Iscar je dodavatelem řezných nástrojů především na bázi spékaných karbidů. V jejich nabídce nalezneme velmi široký sortiment nástrojů pro výrobu otvorů například:

- monolitní karbidové vrtáky,
- speciální vrtací nástroje dle požadavků zákazníka,
- vyměnitelné karbidové vrtací hlavy,
- nástroje pro sražení hran.

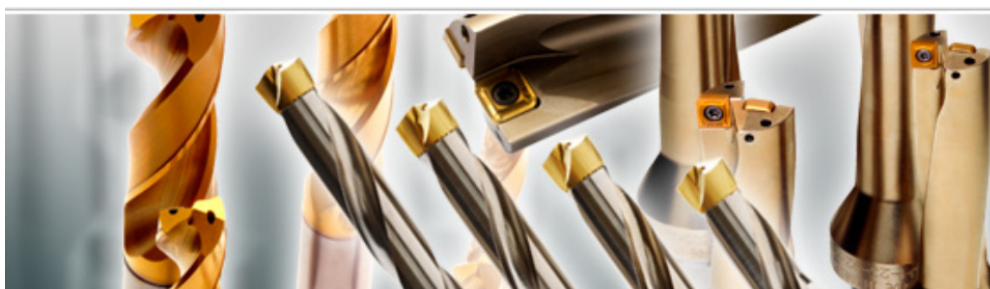


Obr. 4.3 Vrták Iscar¹²

Seco Tools⁸

Obráběcími nástroji, jejich výrobou a distribucí se zabývá společnost Seco. Prostřednictvím optimalizovaných povlaků, geometrií a konstrukcí břitových destiček nabízejí vrtáky Seco vysokou kvalitu otvorů a vysokou produktivitu pro všechny typy aplikací a obráběných materiálů. Hlavními pilíři sortimentu vrtacích nástrojů jsou:

- monolitní karbidové vrtáky: Seco FeedmaxT,
- vrtáky s vyměnitelnou korunkou: CrownlocR,
- vrtáky s vyměnitelnými destičkami: PerfomaxR.



Obr. 4.4 Vrtáky Seco Tools⁸

Pramet Tools s.r.o.⁹

Společnost Pramet Tools je předním tuzemským výrobcem frézovacích, ale i soustružnických a vrtacích nástrojů.

Jejich výrobní tradice sahá až do roku 1930, kde započala v Šumperku výroba slinutých karbidů. Výrobní sortiment je díky vlastnímu vývoji a výzkumu plně koncipován požadavkům moderních technologických postupů obrábění, nechybějí v něm samostatné vyměnitelné břitové destičky ani vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami.



Obr. 4.5 Vrtací nástroje Pramet⁹

NÁSTROJE CZ s.r.o.⁶

Firma NÁSTROJE CZ se specializuje na výrobu a vývoj spirálových vybrušovaných vrtáků do kovů. Již podle názvu je zřejmé, že se jedná o českou firmu, která vyrábí a dodává vrtáky na území ČR, ale začíná pronikat i na trhy zahraniční.

Pod svou vlastní značkou (CZ) vyrábí firma vrtáky vysoké kvality, které také byly úspěšně testovány na Fakultě strojírenské technologie v Brně. Rozdělení šroubovitých vrtáků závisí především na jejich konstrukčním řešení:

- krátká řada - DIN 1897,
- střední řada - DIN 338,
- dlouhá řada - DIN 340,
- zvlášť dlouhé - DIN 1869,
- speciální řada,
- vývojová řada CZ.



Obr. 4.6 Vrtáky Nástroje CZ ⁶

Další výrobci vrtacích nástrojů

- Fette,
- Widia,
- Partner,
- Mitsubishi,
- Falti,
- Narex.

5 POROVNÁNÍ A ZHODNOCENÍ TECHNOLOGICKÝCH PARAMETRŮ, VYBRANÝCH VRTACÍCH NÁSTROJŮ

Nabídku vrtacích nástrojů, výše uvedených výrobců, není až tak docela možné porovnávat. Jelikož například společnost Sandvik Coromant se zabývá především výrobou vrtáků ze slinutých karbidů. Oproti tomu společnosti Gühring o.H.G a NÁSTROJE CZ preferují monolitní šroubovitě vrtáky z rychlořezných ocelí a navíc, firma Gühring přikládá velkou důležitost povrchovým úpravám šroubovitých vrtáků ze slinutých karbidů.

5.1 Monolitní vrtací nástroje o průměru 12mm určené k vrtání do oceli^{6, 7, 8, 10, 12}

5.1.1 NÁSTROJE CZ – vrták 338RNHSSCo5

Vysoce výkonný vrták se zvýšenou tepelnou odolností a lesklým povrchem je vyroben z wolfram-molybdenové oceli, je doporučen k vrtání součástek z těžce obrobitelných materiálů o pevnosti v tahu do cca. 1000MPa a legované oceli. Zvláště vhodný je pro objemové tváření za tepla i za studena a pro zušlechťené a nerezové oceli. Vrták je dodáván v pravořezném i levořezném provedení šroubovice.



Obr. 5.1 Vrták NástrojeCZ 338RNHSSCo5⁶

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 0,3 – 20 mm (12 mm)
- délka vrtáku 19 – 205 mm (151 mm)
- maximální hloubka vrtání 4 – 140 mm (101 mm)
- stoupání šroubovice $\lambda = 25 - 30^\circ$
- vrcholový úhel špice $\varepsilon = 130^\circ$
- orientační cena vrtáku o $\varnothing 12$ mm = 261,81 Kč

Použitý materiál HSS Co 5 má velmi dobré řezné vlastnosti, tvrdost a houževnatost. Hlavními legury jsou (Cr, Mo, W, Co, V, C).

Výrobce pro tento typ vrtáku udává obráběcí podmínky:

- $v = 20-25 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
- $f = 0,05 - 0,16 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták $\varnothing 12 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 530 - 663 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.1.2 SANDVIK Coromant – vrták CoroDrill Delta-C R840

Vrták je vyroben z jemnozrného slinutého karbidu s důrazem na kombinaci tvrdosti a houževnatosti. Má otvory pro vnitřní chlazení a PVD povlak je tvořen nanovrstvami TiAlN o tloušťce $3\text{ }\mu\text{m}$ který poskytuje břitů dostatečnou spolehlivost. Je vhodný pro obrábění oceli, korozivzdorné oceli a litiny.



Obr. 5.2 Vrták Sandvik Coromant CoroDrill Delta-C 840 ¹⁰

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 3 – 20 mm (12 mm)
- délka vrtáku 66 – 153 mm (118 mm)
- maximální hloubka vrtání 28 – 79 mm (pro $\varnothing 12\text{ mm} = 51\text{ mm}$)
- stoupání šroubovice $\lambda = 25 - 30^\circ$
- vrcholový úhel špice $\varepsilon = 140^\circ$
- orientační cena vrtáku o $\varnothing 12\text{ mm} = 4\,016,-\text{ Kč}$

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 40\text{--}140\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,20 - 0,40\text{ mm}\cdot\text{ot}^{-1}$ - pro vrták $\varnothing 12\text{ mm} = 0,32\text{ mm}\cdot\text{ot}^{-1}$
- $n = 1061 - 3715\text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.1.3 Iscar Ltd – vrták HSD-AM6 (H.S.S.)

Vrták od firmy Iscar je konstruován pro vrtání legovaných i nelegovaných ocelí, antikoročních ocelí, slitin hliníku, slitin mědi do hloubek $4\text{--}5\times D$. Je vyroben z rychlořezné oceli je vhodný pro vysokovýkonné obrábění zejména pro svůj povlak TiN, zvýšenou odolnost šroubovice a ostří.



Obr. 5.3 Vrták Iscar Ltd HSD-AM6 ¹²

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 2 – 20 mm (pro \varnothing 12 mm = 12 mm)
- délka vrtáku 56 – 191 mm (pro \varnothing 12 mm = 158 mm)
- maximální hloubka vrtání 24 – 125 mm (pro \varnothing 12 mm = 101 mm)
- stoupání šroubovice $\lambda = 38^\circ$
- vrcholový úhel špice $\varepsilon = 120^\circ$
- orientační cena vrtáku o \varnothing 12 mm je 405,- Kč

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 25 - 50 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,25 - 0,40 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták \varnothing 12 mm = $0,34 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 663 - 1326 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.1.4 Seco Tools – vrták feedMAX SD203A-12.0-36-12R1

Vrták s otvory pro vnitřním chlazením je určen pro vrtání do oceli. Je vyroben z vysoko pevnostního slinutého karbidu se samostředící geometrií. Je opatřen povlakem TiAlN díky kterému má vyšší tepelnou odolnost .



Obr. 5.4 Vrták Seco Tools feedMax SD203A ⁸

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 3 – 20 mm (pro \varnothing 12 mm = 12 mm)
- délka vrtáku 62 – 131 mm (pro \varnothing 12 mm = 102 mm)
- maximální hloubka vrtání 14 – 49 mm (pro \varnothing 12 mm = 57 mm)
- stoupání šroubovice $\lambda = 35^\circ$
- vrcholový úhel špice $\varepsilon = 140^\circ$
- orientační cena vrtáku o \varnothing 12 mm = 2 624,- Kč

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 120 - 220 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,23 - 0,38 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták \varnothing 12 mm = $0,32 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 3184 - 5838 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.1.5 Gühring o.H.G – vrták RT 100 U

Monolitní vrták ze slinutého karbidu firmy Gühring je opatřen otvory pro přívod provozní kapaliny, disponuje přesvědčivým poměrem ceny a výkonu. Vysokovýkonný spirálový vrták je vhodný pro obrábění abrazivních nebo tvrzených materiálů, či materiálů s vysokou pevností, které dávající dlouhé i krátké třísky. Výborné výsledky má při obrábění ocele k zušlechtní, ocele odolné vůči korozi a litin.



Obr. 5.5 Vrták Gühring RT 100 U ⁷

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 3 – 20 mm (pro $\varnothing 12$ mm = 12 mm)
- délka vrtáku 62 – 131 mm (pro $\varnothing 12$ mm = 102 mm)
- maximální hloubka vrtání 18 – 77 mm (pro $\varnothing 12$ mm = 52 mm)
- stoupání šroubovice $\lambda = 35^\circ$
- vrcholový úhel špice $\varepsilon = 140^\circ$
- orientační cena vrtáku o $\varnothing 12$ mm = 1 602,- Kč

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 120 - 220 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,23 - 0,38 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták $\varnothing 12$ mm = $0,32 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 3184 - 5838 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.2 Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami o průměru 25mm určené k vrtání do oceli ^{8, 9, 10, 11}

5.2.1 Pramet Tools – vrták 803D - 25

Univerzální vrták opatřený vyměnitelnými břitovými destičkami je vhodný k obrábění, měkké oceli s nízkým obsahem uhlíku, konstrukční uhlíkové oceli, nástrojové oceli. Je produktem tuzemské firmy Pramet a disponuje otvory pro vnitřní

přívod procesní kapaliny. Upnutí břitové destičky je konstrukčně řešeno pomocí upínacího šroubu, který bezpečně upne břitovou destičku.



Obr. 5.6 Vrták Pramet Tools 803D - 25⁹

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

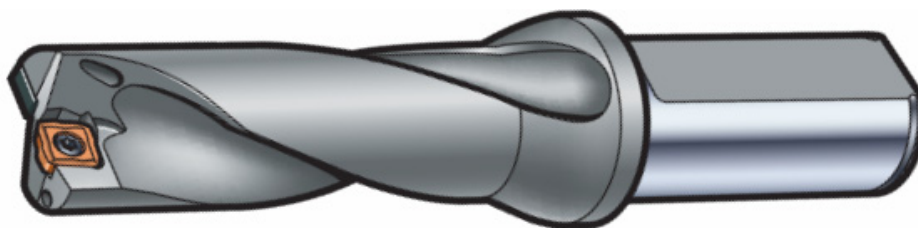
- průměr vrtáku 15 – 40 mm (\varnothing 25 mm)
- délka vrtáku 136 – 215 mm (pro \varnothing 25 mm = 170 mm)
- maximální hloubka vrtání 45 – 120mm (pro \varnothing 25 mm = 75 mm)
- hmotnost vrtáku \varnothing 25 mm = 0,46 kg
- orientační cena vrtáku o \varnothing 25 mm = 10 114,- Kč

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 250 - 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,05 - 0,09 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták \varnothing 25mm = $0,07 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 3184 - 3821 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.2.2 Sandvik Coromant – vrták CoroDrill 880 – D2500L25-03

Univerzální vrták, která lze použít do všech typů ocelí. Je vhodný pro nízké až střední rychlosti posuvu při vysokých řezných rychlostech. Má dobrou odolnost vůči opotřebení a plastické deformaci. Je opatřen břitovými destičkami a otvory pro přívod procesní kapaliny. Upnutí břitové destičky je řešeno firemní technologií Wiper. Jde o moderní způsob ustavení destičky do pracovní polohy pomocí upínacího šroubu.



Obr. 5.7 Vrták Sandvik Coromanr - CoroDrill 880 ¹⁰

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 12 – 29,5 mm (\varnothing 25 mm)
- délka vrtáku 101 – 309 mm (pro \varnothing 25 mm = 155 mm)
- maximální hloubka vrtání 36 – 189 mm (pro \varnothing 25 mm = 75 mm)
- hmotnost vrtáku \varnothing 25 mm = 0,40kg
- orientační cena vrtáku o \varnothing 25 mm = 9 265,- Kč

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 220 - 400 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,04 - 0,08 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták \varnothing 25 mm = $0,06 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 2802 - 5095 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.2.3 Seco Tools – vrták perfoMAX SD503-25-75-32R7

Univerzální vrták od firmy Seco je vhodný pro vysokovýkonné a vysokorychlostní obrábění. Vyznačuje se dlouhou životností, povlakem snižující tření při obrábění. Disponuje výměnnými břitovými destičkami a otvory pro vnitřní chlazení. Břítové destičky jsou uchyceny pomocí upínacího šroubu.

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 15– 59 mm (\varnothing 25 mm)
- délka vrtáku 131 – 275 mm (pro \varnothing 25 mm = 165 mm)
- maximální hloubka vrtání 45 – 177 mm (pro \varnothing 25 mm = 75 mm)
- hmotnost vrtáku \varnothing 25 mm = 0,38kg
- orientační cena vrtáku o \varnothing 25 mm = 9 359,- Kč

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 300 - 330 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu

- $f = 0,04 - 0,08 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták $\varnothing 25 \text{ mm} = 0,06 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 3821 - 4203 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.2.4 Fette – vrták WP 300IK

Vrták s vyměnitelnými břitovými destičkami je vhodný pro stacionární i rotační obrábění. Vyznačuje se efektivní geometrií a dlouhou životností. Je konstruován pro vrtání do téměř každé oceli, litiny a neželezných kovů a je opatřen otvory pro přívod procesní kapaliny. Uchycení břitových destiček zajišťuje upínací šroub.



Obr. 5.8 Vrták Fette – WP 300IK ¹¹

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 15,5 – 44 mm ($\varnothing 25 \text{ mm}$)
- délka vrtáku 138 – 231 mm (pro $\varnothing 25 \text{ mm} = 155 \text{ mm}$)
- maximální hloubka vrtání 48 – 132 mm (pro $\varnothing 25 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$)
- hmotnost vrtáku $\varnothing 25 \text{ mm} = 0,38 \text{ kg}$
- orientační cena vrtáku o $\varnothing 25 \text{ mm} = 10\,863,- \text{ Kč}$

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 200 - 300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,09 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták $\varnothing 25 \text{ mm} = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 2547 - 3821 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.3 Vrtáky s výměnnými vrtacími hlavicemi o průměru 20mm určené k vrtání do oceli^{8,12}

Tato kategorie vrtáků je velmi specifickou, většina firem se výrobou těchto vrtáků nezabývá. Výjimkou jsou jen firmy Iscar a Seco. Ostatní výrobci se specializují na výrobu vrtáku s VBD nebo různě tvarovanými břitovými plátky.

5.3.1 Iscar Ltd – vrták CHAMDRILL DCM 200-060-25A-3D

Univerzální vrták firmy Iscar je opatřen otvory pro přívod procesní kapaliny. Způsob jeho použití závisí především na použité vrtací hlavici. „Vrtací hlavice jsou dostupné ve čtyřech různých geometriích pro vrtání do oceli, exotických materiálů, litiny a hliníku. Vrtací hlavice jsou vyrobeny ze submikronového substrátu.



Obr. 5.9 Vrták Iscar – CHAMDRILL DCM¹²

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 7,5 – 25 mm (\varnothing 20 mm)
- délka vrtáku 78 – 165 mm (pro \varnothing 20 mm = 143 mm)
- maximální hloubka vrtání 22 – 75 mm (pro \varnothing 20 mm = 60 mm)
- vrcholový úhel výměnné hlavy = 140°
- orientační cena vrtáku o \varnothing 20 mm = 9900Kč

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 50 - 130 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,25 - 0,35 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták \varnothing 20 mm = $0,35 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 796 - 2070 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

5.3.2 Seco Tools – vrták Crownloc™ SD103-20,00-75-25R7

Vrták se samostředící geometrií je schopný vrtat otvory do oceli, kalené oceli, litiny a slitiny, to zejména pro možnost změny geometrie vrtání (možnosti nastavení

geometrie P, M, K pro různé vrtané materiály). Tělo vrtáku je vyrobeno z ušlechtilé rychlořezné oceli a je opatřeno otvory pro přívod procesní kapaliny. Uchycení vrtací hlavice je provedeno patentovanou technologií Crownlock, která svým ozubením a profilem zabezpečuje přesnou pozici pro vrtací korunku.



Obr. 5.10 Vrták Seco Tools – Crownlock SD103 ⁸

Hlavní údaje vrtáku (specifikace vrtáku):

- průměr vrtáku 10 – 25,99 mm (\varnothing 20 mm)
- délka vrtáku 101 – 164,5 mm (pro \varnothing 20 mm = 164,5 mm)
- maximální hloubka vrtání 30 – 75 mm (pro \varnothing 20 mm = 75 mm)
- vrcholový úhel výměnné hlavice = 140°
- orientační cena vrtáku o \varnothing 20 mm = 8 450,- Kč

Obráběcí parametry doporučené výrobcem:

- $v = 90 - 130 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ - dle vrtaného materiálu
- $f = 0,20 - 0,37 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ - pro vrták \varnothing 20 mm = $0,32 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$
- $n = 1433 - 2070 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ - vypočítaná hodnota

6 TECHNOLOGICKÉ POROVNÁNÍ A EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH VRTACÍCH NÁSTROJŮ

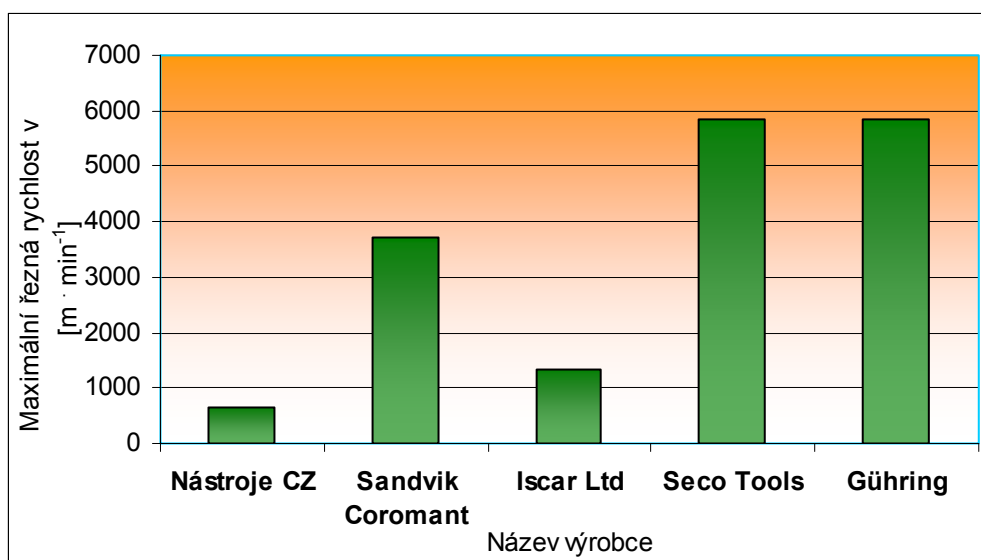
Tato kapitola bude věnována technologickému a ekonomickému zhodnocení vybraných vrtáků.

6.1 Monolitní vrtací nástroje o průměru 12mm určené k vrtání do oceli ^{6, 7, 8, 10, 12}

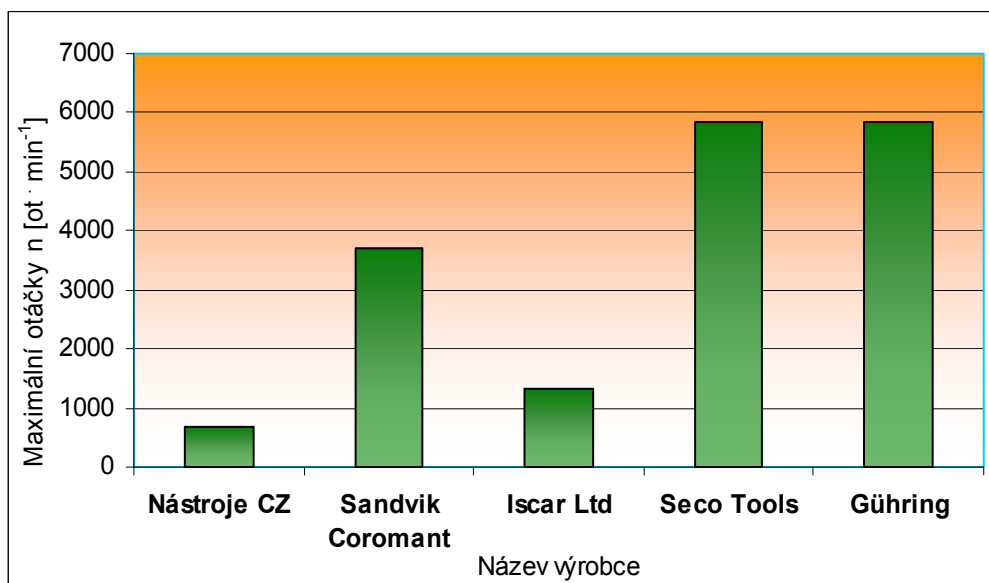
Tab.6.1 Přehled údajů vrtacích nástrojů

Výrobce (označení)	Max. řezná rychlost v [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]	Posuv f pro $\varnothing 12 \text{ mm}$ [$\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$]	Max. otáčky n [$\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}$]	Orientační cena vrtáku [Kč]
Nástroje CZ (338RNHSSCo5)	25	0,16	663	261,81
Sandvik Coromant (Delta-C R840)	140	0,40	3715	4016
Iscar Ltd (HSD-AM6)	50	0,40	1326	405
Seco Tools (SD203A)	220	0,38	5838	2624
Gühring o.H.G (RT 100U)	220	0,38	5838	1602

Tab.6.2 Grafické porovnání maximálních řezných rychlostí vrtacích nástrojů

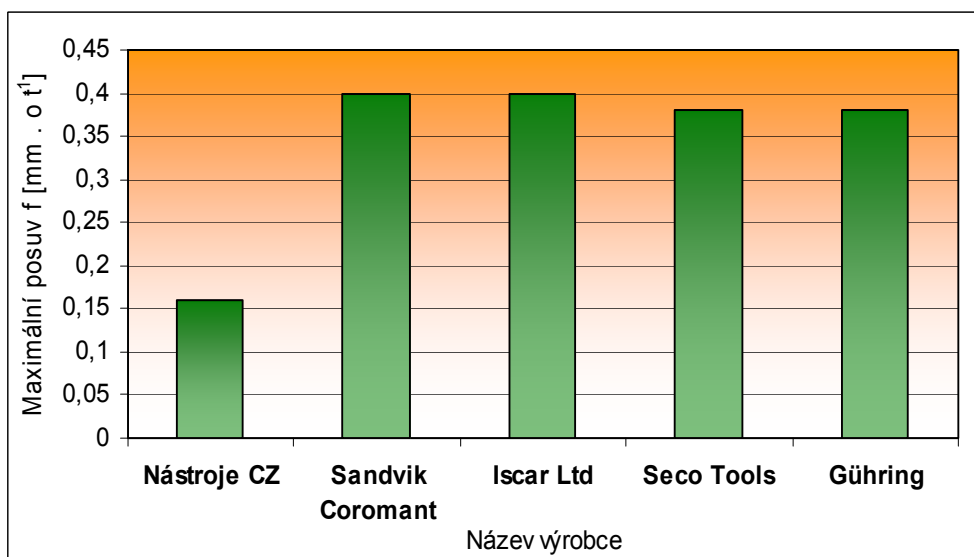


Tab.6.3 Grafické porovnání maximálních otáček vracích nástrojů

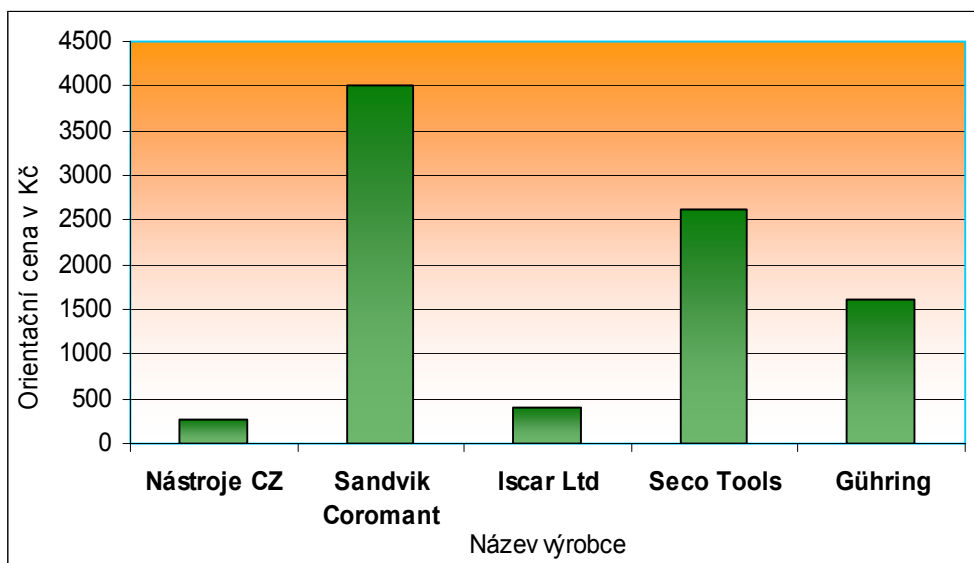


Z výše uvedených grafů je zřejmé, že největší vliv na možné zatížení vrtáku otáčkami a řeznou rychlostí, má materiál z kterého je vrták vyroben. Vrtáky z rychlořezných ocelí (od výrobců NástrojeCZ a Iscar Ltd) nemohou konkurovat v těchto kritériích vrtákům ze slinutých karbidů. Špičku vrtáků ze slinutých karbidů představují vrtáky od firem Seco Tools a Gühring.

Tab.6.4 Grafické porovnání maximálních posuvů vrtacích nástrojů



Tab.6.5 Grafické porovnání orientačních cen vrtacích nástrojů



V porovnání maximálního posuvu při vrtání se mezi prvními umístil vrták společnosti Iscar, který je vyroben z rychlořezné oceli. Důvodem je jeho TiN povlak. Ostatní vrtáky ze slinutých karbidů nikterak nezaostávají a jejich výsledky jsou srovnatelné.

Cena vrtáků je přímo úměrná jejich výkonnosti a použitému řeznému materiálu. Vrtáky z rychlořezné oceli jsou podstatně levnější než vrtáky ze slinutého karbidu. Zákazník který se bude rozhodovat mezi koupí vrtáku z HSS nebo ze SK musí přesně vědět k jakým účelům a v jakých podmínkách bude daný nástroj pracovat. Pro nástroje z rychlořezné oceli jasně hovoří jejich pořizovací cena a dlouholeté zkušenosti s jejich používáním. U vrtáků ze SK je výhodou jejich výkonnost a dosahované výrobní časy. Nevýhodou je několikanásobně vyšší cena než u nástrojů z rychlořezné oceli.

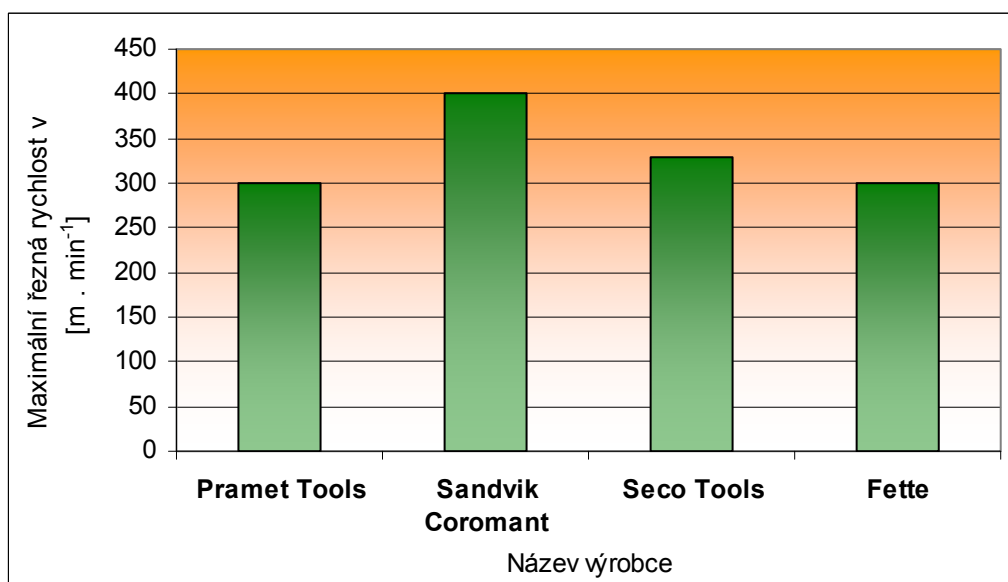
6.2 Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami o průměru 25 mm určené k vrtání do oceli^{8, 9, 10, 11}

V této kapitole srovnáváme vybrané vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami o průměru 25 mm. Všechny srovnávané vrtáky jsou vybaveny otvory pro přívod procesní kapaliny a jsou určeny pro vrtání převážně do oceli.

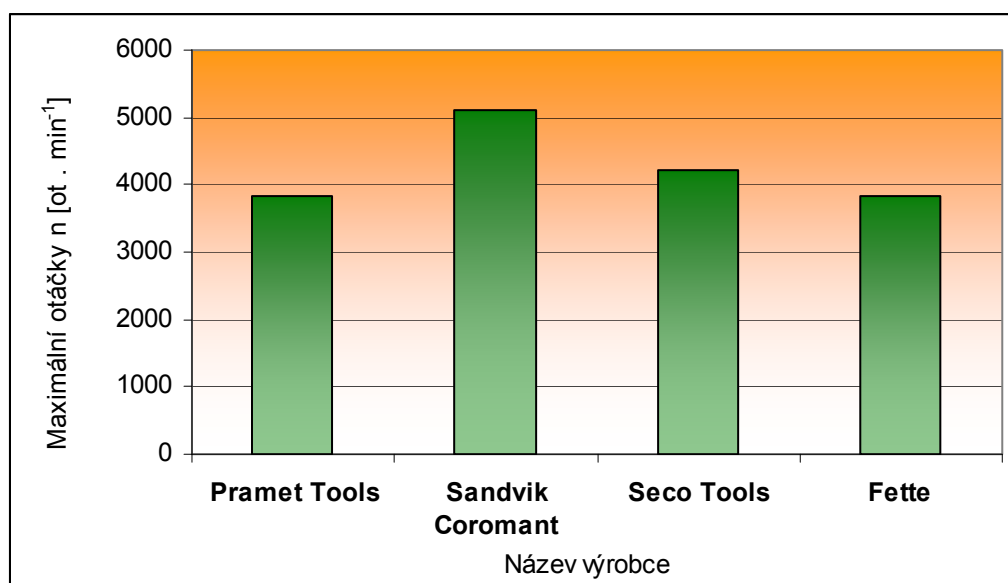
Tab.6.6 Přehled údajů vrtacích nástrojů

Výrobce (označení)	Max. řezná rychlost v [m · min ⁻¹]	Posuv f pro Ø 25 mm [mm · ot ⁻¹]	Max. otáčky n [ot · min ⁻¹]	Orientační cena vrtáku s VBD [Kč]
Pramet Tools (803D - 25)	300	0,07	3821	10 648
Sandvik Coromant (CoroDrill 880)	400	0,06	5095	9 265
Seco Tools (perfoMAX SD503)	330	0,06	4203	9 359
Fette (WP 300IK)	300	0,12	3821	10 863

Tab.6.7 Grafické porovnání maximálních řezných rychlostí vrtacích nástrojů

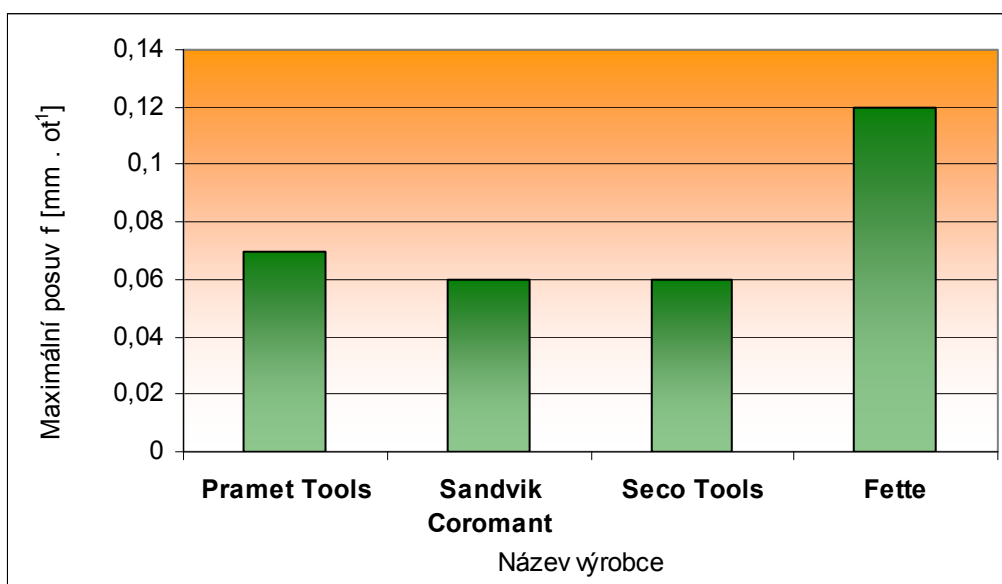


Tab.6.8 Grafické porovnání maximálních otáček vrtacích nástrojů

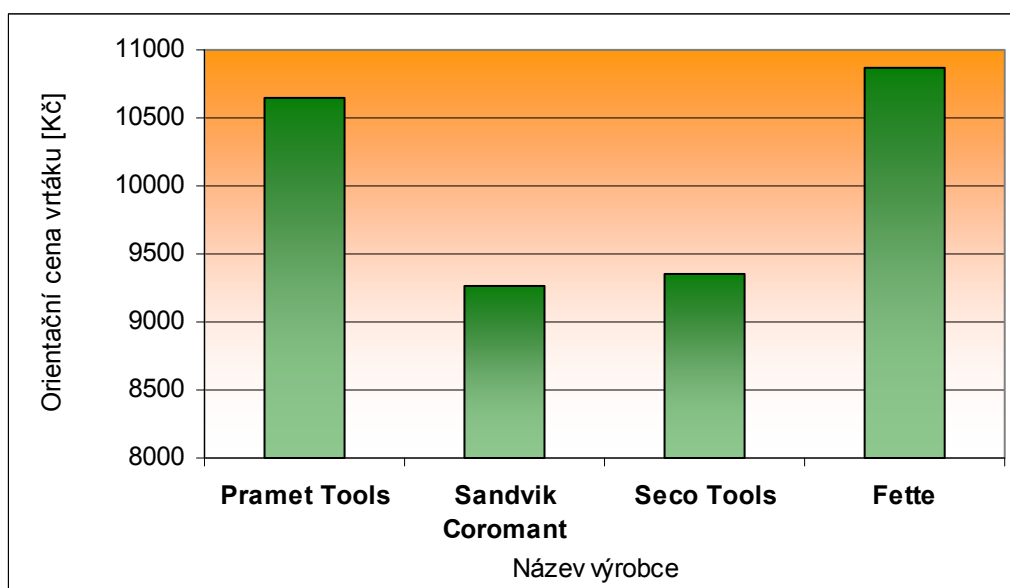


Tyto vrtáky si na trhu s vrtacími nástroji doslova konkurují, mají obdobné technologické parametry. V porovnání maximální řezné rychlosti a maximálních otáček se nejlépe prezentuje vrták od firmy Sandvik, který je schopen vrtat až $400 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ otáčkami převyšujícími $5000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$. Ostatní porovnávané vrtáky mají obdobné výsledky v těchto kategoriích, to značí o velké vyrovnanosti této skupiny vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami.

Tab.6.9 Grafické porovnání maximálních posuvů vrtacích nástrojů



Tab.6.10 Grafické porovnání orientačních cen vrtacích nástrojů



Z grafických porovnání jednotlivých veličin vyplývá, že nejvyšší výrobcem udávaný posuv na otáčku má vrták firmy Fette, ale je také nejdražším ze srovnávaných vrtáků. Vrtáky ostatních firem jsou velmi vyrovnané s ohledem na maximální posuv a pořizovací cenu. Nejlépe z této kategorie však vychází vrták firmy Sandvik, který má z těchto vrtáků nejnižší pořizovací náklady a v předešlém srovnání např. max. otáček také zvítězil.

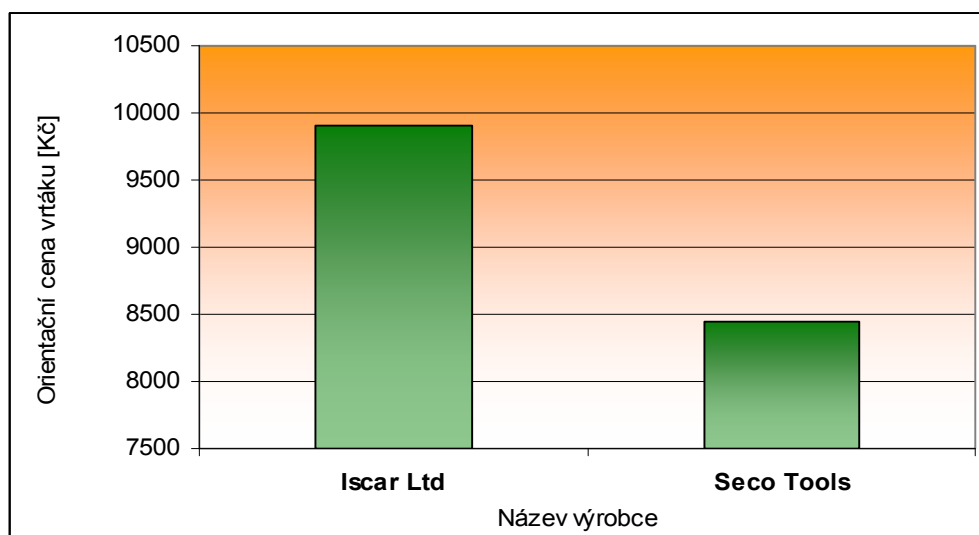
6.3 Vrtáky s výměnnými vrtacími hlavicemi o průměru 20mm určené k vrtání do oceli^{8, 11}

Tab.6.11 Přehled údajů vrtacích nástrojů

Výrobce (označení)	Max. řezná rychlost v [m · min ⁻¹]	Posuv f pro Ø 25 mm [mm · ot ⁻¹]	Max. otáčky n [ot · min ⁻¹]	Orientační cena vrtáku [Kč]
Iscar Ltd (DCM 200-060-25A)	130	0,35	2070	9 900
Seco Tools (Crownloc SD103)	130	0,35	2070	8 450

Oba výrobci vrtáků udávají totožné technologické podmínky u svých vrtáků s výměnnými vrtacími hlavicemi. Oba vrtáky disponují otvory pro přívod chladicí kapaliny s tím rozdílem, že u vrtacího nástroje firmy Seco nevedou chladicí otvory přímo k místu řezu - otvorem vrtací hlavy. Další odlišnosti jsou v podstatě zanedbatelné, jediný významný faktor, kde se vrtáky od sebe odlišují je pořizovací cena.

Tab.6.12 Grafické srovnání orientačních cen vrtacích nástrojů



Srovnání vrtáků dle ceny ukazuje menší prvotní náklady na pořízení vrtáku od firmy Seco. Což zřejmě bude při rozhodování zákazníků hrát důležitou roli.

- Všechny uvedené ceny jsou pouze orientační, výsledná cena pro zákazníka se může lišit. Výrobci mohou stanovit dle počtu odebraných kusů zákazníkem, rozdílné ceny než jsou uvedeny.

7 ZHODNOCENÍ A DOPORUČENÉ VYUŽITÍ VRTÁKŮ

Všechny porovnávané vrtáky jsou vhodné především pro sériovou a hromadnou výrobu, kde je jejich návratnost pořizovacích nákladů mnohem rychlejší než v kusové výrobě. Pro kusovou výrobu se stále nejvíce používají vrtáky z rychlořezných ocelí. Jednotlivé vysokovýkonné vrtací nástroje jsou konstruovány především pro maximální úběr materiálu a dlouhou životnost při obrábění. Důležitou součástí výkonných vrtáků je také stroj, který je pro obrábění použit. Bez dostatečné tuhosti mezi strojem, nástrojem a obrobkem dochází k brzkému opotřebení vrtacího nástroje a není možné dosáhnout maximálních řezných parametrů.

ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že záleží pouze na rozhodnutí zákazníka, který z vrtáků splní jeho požadavky. Všichni přední výrobci vrtacích a potažmo obráběcích nástrojů dodávají na trh širokou škálu kvalitních nástrojů.

Pro vysokovýkonné vrtáky, vyrobené moderními technologiemi hraje především možnost a variabilita jejich použití, kdy po výměně břitové destičky nebo vrtací hlavice je schopen nástroj vrtat do úplně odlišného materiálu. Odpadá tím tedy složité vyměňování celých vrtáků a opětovné vystředění, což je výhodou především u velkosériové výroby, kde je kladen velký důraz na obráběcí časy.

V kategorii monolitních vrtáků kde byly srovnávány nástroje o průměru 12 mm, se nejlépe prezentovaly vrtáky společností Seco Tools a Gühring. Nástroj firmy Seco však byl vzhledem k pořizovací ceně a technologickým parametrům hodnocen nejlépe.

Nejlépe hodnoceným vrtákem s vyměnitelnými břitovými destičkami se stal nástroj od firmy Sandvik Coromant, který předčil své konkurenty především v možnosti použití maximálních otáček a nejnižší pořizovací ceny.

Kategorie vrtáků s vyměnitelnou vrtací hlavicí tvoří pouze dva výrobci Iscar a Seco. Vrtáky těchto výrobců jsou dle uváděných parametrů naprosto totožné, jediný rozdíl je v pořizovací ceně, kterou má nižší vrták firmy Seco. Právě pořizovací cena tvoří jeden z nejvíce sledovaných parametrů u potenciálních zákazníků.

Vítaným zpestřením při porovnání jednotlivých vrtáků by byly nástroje východních zemí, avšak distribuce do Evropy potažmo do České republiky je prozatím poměrně úzká. Z tohoto důvodu je pro srovnání prozatím nedostatek informací, které by mohly býti porovnávány.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ZEMČÍK, Oskar. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o, 2003. 193 s. ISBN 80-2147-2336-6.
2. *AB SANDVIK CORORMANT : Příručka obrábění*. Švédsko : Sandvik Coromant, technické nakladatelství, CMSE, 1997. 299 s.
3. KOČMAN, Karel, PROKOP , Jaroslav. *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o, 2005. 271 s. ISBN 80-214-1996-2.
4. ANTON , Humár. *Materiály pro řezné nástroje*. Praha 10 : MM publishing, s.r.o, 2008. 235 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
5. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 1997 [cit. 2009-03-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/>>.
6. *NÁSTROJE CZ : Katalog Nástroje CZ* [online]. [1999] [cit. 2009-03-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.nastrojecz.cz/>>.
7. *GÜHRING* : www.guehring.cz [online]. c2008 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.guehring.cz/>>.
8. *SECO* [online]. c2008 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.secotools.com/wps/portal/corp>>.
9. *Pramet Tools* [online]. [2000] [cit. 2009-03-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.pramet.com/index.html>>.
10. *SANDVIK Coromant* [online]. c2000 [cit. 2009-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.coromant.sandvik.com/>>.
11. *Fette* [online]. [1995] [cit. 2009-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.fette.com>>.
12. *Iscar* [online]. c2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.iscar.cz/>>.
13. *Winter servise* [online]. c2002 [cit. 2009-05-5]. Dostupný z WWW: <<http://www.winter-servise.cz/>>.
14. *Hawera* [online]. c2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.hawera.cz/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
A_D	$[\text{mm}^2]$	jmenovitý průřez třísky
a_p	$[\text{mm}]$	šířka záběru ostří
D	$[\text{mm}]$	průměr vrtáku
d	$[\text{mm}]$	vnitřní průměr otvoru
f	$[\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}]$	posuv na otáčku
L	$[\text{mm}]$	celková dráha vrtáku
L_n	$[\text{mm}]$	dráha náběhu
L_p	$[\text{mm}]$	dráha přeběhu
n	$[\text{min}^{-1}]$	počet otáček
R_a	$[\mu\text{m}]$	střední aritmetická úchylka od střední části profilu
t_{AS}	$[\text{min}]$	jednicový strojní čas
v	$[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$	řezná rychlost
α	$[\text{°}]$	nástrojový úhel hřbetu
ε	$[\text{°}]$	nástrojový úhel špičky
λ	$[\text{°}]$	nástrojový úhel šroubovice
Ψ	$[\text{°}]$	nástrojový úhel příčného ostří

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Ukázka katalogového listu firmy Seco
Příloha 2	Ukázka katalogového listu firmy Nástroje CZ
Příloha 3	Ukázka katalogového listu firmy Pramet
Příloha 4	Ukázka katalogového listu firmy Iscar

Příloha 1

perfoMAX™ – Vrták s břitovými destičkami SD503

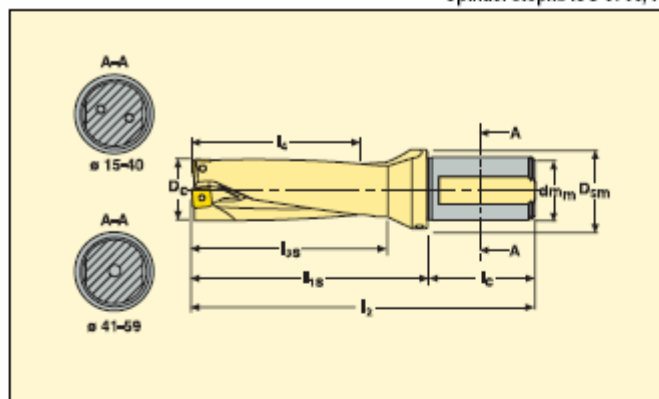


Hloubka vrtání 3 x D

Upinaci stopka ISO 9766, R7



- Pro informace k břit. destičkám viz. strany 127-129.
- Pro řezné podmínky obrábění viz. strany 130-137.
- Chlazení středem nástroje.



Průměr vrtáku D ₁ (mm)	Max. hloubka vrtání l _k (mm)	Objednací č.	Rozměry v mm						Typy břitových destiček		Radiální nastavení	
			l ₂	l _h	l _c	l _h	dm _h	D _h	Středová destička	Obvodová destička	-	+
15	45	SD503-15-45-25R7	131	75	56	50	25	36	SPGX 0502-C1	SCGX 060204..	0,3	0,3
15,5	47	SD503-15.5-47-25R7	133	77	56	52	25	36	SPGX 0502-C1	SCGX 060204..	0,3	0,35
16	48	SD503-16-48-25R7	134	78	56	53	25	36	SPGX 0502-C1	SCGX 060204..	0,15	0,4
16,5	50	SD503-16.5-50-25R7	136	80	56	55	25	36	SPGX 0502-C1	SCGX 060204..	0,15	0,4
17	51	SD503-17-51-25R7	137	81	56	56	25	36	SPGX 0502-C1	SCGX 060204..	0,15	0,5
17,5	53	SD503-17.5-53-25R7	139	83	56	58	25	36	SPGX 0602-C1	SCGX 060204..	0,5	0,5
18	54	SD503-18-54-25R7	140	84	56	59	25	36	SPGX 0602-C1	SCGX 060204..	0,35	0,2
18,5	56	SD503-18.5-56-25R7	142	86	56	61	25	36	SPGX 0602-C1	SCGX 060204..	0,35	0,25
19	57	SD503-19-57-25R7	143	87	56	62	25	36	SPGX 0602-C1	SCGX 060204..	0,3	0,35
19,5	59	SD503-19.5-59-25R7	145	89	56	64	25	36	SPGX 0602-C1	SCGX 060204..	0,25	0,4
20	60	SD503-20-60-25R7	146	90	56	65	25	36	SPGX 0602-C1	SCGX 060204..	0,2	0,5
20,5	62	SD503-20.5-62-25R7	148	92	56	67	25	36	SPGX 0602-C1	SCGX 060204..	0,1	0,5
21	63	SD503-21-63-25R7	149	93	56	68	25	36	SPGX 0602-C1	SCGX 060204..	0,1	0,5
21,5	65	SD503-21.5-65-25R7	151	95	56	70	25	36	SPGX 0703-C1	SCGX 060204..	0,35	0,5
22	66	SD503-22-66-25R7	152	96	56	71	25	36	SPGX 0703-C1	SCGX 060204..	0,3	0,5
22,5	68	SD503-22.5-68-25R7	154	98	56	73	25	36	SPGX 0703-C1	SCGX 070308..	0,35	0,5
23	69	SD503-23-69-25R7	155	99	56	74	25	36	SPGX 0703-C1	SCGX 070308..	0,2	0,5
23,5	71	SD503-23.5-71-25R7	157	101	56	76	25	36	SPGX 0703-C1	SCGX 070308..	0,1	0,5
24	72	SD503-24-72-25R7	158	102	56	77	25	36	SPGX 0703-C1	SCGX 070308..	0,1	0,5
24,5	74	SD503-24.5-74-25R7	160	104	56	79	25	36	SPGX 0703-C1	SCGX 070308..	0,1	0,5
25	75	SD503-25-75-32R7	165	105	60	80	32	42	SPGX 0703-C1	SCGX 070308..	0,1	0,5
25,5	77	SD503-25.5-77-32R7	167	107	60	82	32	42	SPGX 0703-C1	SCGX 070308..	0,1	0,5
26	78	SD503-26-78-32R7	168	108	60	83	32	42	SPGX 0703-C1	SCGX 070308..	0,1	0,5
26,5	80	SD503-26.5-80-32R7	170	110	60	85	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 070308..	0,5	0,1
27	81	SD503-27-81-32R7	171	111	60	86	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 070308..	0,5	0,2
27,5	83	SD503-27.5-83-32R7	173	113	60	88	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,5	0,3
28	84	SD503-28-84-32R7	174	114	60	89	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,5	0,35
28,5	86	SD503-28.5-86-32R7	176	116	60	91	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,5	0,4
29	87	SD503-29-87-32R7	177	117	60	92	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,5	0,5
29,5	89	SD503-29.5-89-32R7	179	119	60	94	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,45	0,5
30	90	SD503-30-90-32R7	180	120	60	95	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,35	0,5
30,5	92	SD503-30.5-92-32R7	182	122	60	97	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,25	0,5
31	93	SD503-31-93-32R7	183	123	60	98	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,2	0,5
31,5	95	SD503-31.5-95-32R7	185	125	60	100	32	42	SPGX 0903-C1	SCGX 097308..	0,15	0,5

Příloha 2

VÝROBA A PROJEKT VRTÁKU

Spiralbohrer mit Zylinderschaft - Kurz

VÝROBEK

Kód / Code

338RNHSSCo5

Kód / Code

338LNHSSCo5

D ≥ 2,00 mm

DIN
338

R

N

h=36-38°

HSS
Co5

HSS
Co5

HSS
Co5

HSS
Co5

DIN
338

L

N

h=36-38°

HSS
Co5

HSS
Co5

HSS
Co5

HSS
Co5

POUŽITÍ


USABILITY

VERWENDUNG

Vysoké výkonné vrtáky se zvýšenou tepelnou odolností doporučujeme k vrtání v součástkách z uhlíku, ocelových materiálech, legovaným ocelím a ocelotínem, zvláště na vrtání v oceli pro objemové tvárby za tepla i studena, vrtání valcovacích stolic, ocelí pro cementování a nalisčování, tvárných ocelí.

High-efficient drills with the higher thermal stress resistance are recommended for drilling of parts made of hard-to-machine materials, alloyed steel and cast steel, especially for drilling of cold- or hot-work tool steel, rolls for rolling mills, heat-treatable or carburizing steel, stainless steel.

Hochleistungsbohrer mit erhöhter Wärmebeständigkeit werden zum Bohren von Teilen aus schwerverarbeitbaren Werkstoffen, legiertem Stahl und Stahlguss, besonders zum Bohren der Werkzeugstähle für Kalt- oder Warmarbeit, der Walzen für Walzgerüste, der Vergütungs-, Einsatz- und rostbeständigen Stähle empfohlen.

338RNHSSCo5		338LNHSSCo5		338RNHSSCo5		338LNHSSCo5						
L (mm)		l (mm)		L (mm)		l (mm)						
	L	∅ Dh8 (mm)		L (mm)		l (mm)						
		0,30 - 0,38		19		4						
		0,39 - 0,48		20		5						
		0,49 - 0,52		22		6						
		0,53 - 0,60		24		7						
		0,61 - 0,65		26		8						
		0,66 - 0,75		28		9						
		0,76 - 0,85		30		10						
		0,86 - 0,95		32		11						
		0,96 - 1,05		34		12						
		1,06 - 1,15		36		14						
		1,16 - 1,30		38		16						
		1,31 - 1,50		40		18						
		1,51 - 1,70		43		20						
		1,71 - 1,90		46		22						
		1,91 - 2,10		49		24						
		2,11 - 2,35		53		27						
		2,36 - 2,65		57		30						
		2,66 - 3,00		61		33						
		3,01 - 3,30		65		36						
		3,31 - 3,70		70		39						
		3,71 - 4,20		75		43						
		4,21 - 4,70		80		47						
		4,71 - 5,30		86		52						
		5,31 - 6,00		93		57						
		6,01 - 6,70		101		63						
		6,71 - 7,50		109		69						
		7,51 - 8,50		117		75						
		8,51 - 9,50		125		81						
		9,51 - 10,60		133		87						
		10,61 - 11,80		142		94						
		11,81 - 13,20		151		101						
		13,21 - 14,00		160		108						
		14,01 - 15,00		169		114						
		15,01 - 16,00		178		120						
		16,01 - 17,00		184		125						
		17,01 - 18,00		191		130						
		18,01 - 19,00		198		135						
		19,01 - 20,00		205		140						
PŘÍKLAD OBJEDNÁVKY: EXAMPLE OF ORDER: BEISPIEL DER BESTELLUNG:												
CODE: 338RNHSSCo50600												
∅ 6,00 mm, DIN338RNHSSCo5												
CODE: 338LNHSSCo50600												
∅ 6,00 mm, DIN338LNHSSCo5												

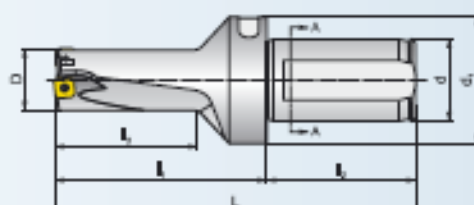
Příloha 3


TYP/TYPE 803D 3xD

VRTÁKY S VYMĚNITELNÝMI BŘÍTOVÝMI DESTIČKAMI INDEXABLE INSERT DRILLS



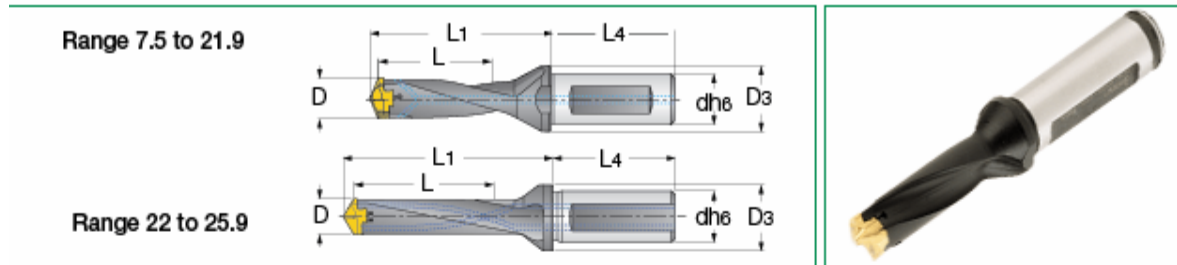
*Pro $\varnothing d = 40$ mm - upinač 68671.40AD-WWN40115
- upinač 68671.50AD-W40100
*For $\varnothing d = 40$ mm - holder 68671.40AD-WWN40115
- holder 68671.50AD-W40100



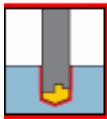
Označení vrtáku Drill marking	Sediment / Adjustment		Rozměry / Dimensions								Radikální nastavení Radial adjustment		[%]
			D	L	l ₁	l ₂	l ₃	d ₁	d ₂	Chlazení / Cooling	-	+	
803D-15	●	45	15	136	80	56	49,5	25	45	+	0,3	0,15	0,18
803D-15,5	●	47	15,5	137,5	81,5	56	51,2	25	45	+	0,35	0,15	0,19
803D-16	●	48	16	139	83	56	53	25	45	+	0,3	0,3	0,19
803D-16,5	●	50	16,5	140,5	84,5	56	54,7	25	45	+	0,35	0,3	0,2
803D-17	●	51	17	142	86	56	56,5	25	45	+	0,15	0,35	0,21
803D-17,5	●	53	17,5	143,5	87,5	56	58,2	25	45	+	0,15	0,35	0,22
803D-18	●	54	18	145	89	56	60	25	45	+	0,35	0,15	0,23
803D-18,5	●	56	18,5	146,5	90,5	56	61,2	25	45	+	0,35	0,15	0,24
803D-19	●	57	19	148	92	56	63,5	25	45	+	0,3	0,2	0,25
803D-19,5	●	59	19,5	149,5	93,5	56	63,7	25	45	+	0,35	0,2	0,26
803D-20	●	60	20	151	95	56	67	25	45	+	0,3	0,35	0,26
803D-20,5	●	62	20,5	152,5	96,5	56	67,2	25	45	+	0,2	0,35	0,28
803D-21	●	63	21	154	98	56	70,5	25	45	+	0,1	0,5	0,29
803D-21,5	●	65	21,5	155,5	99,5	56	70,8	25	45	+	0,35	0,25	0,3
803D-22	●	66	22	157	101	56	74	25	45	+	0,5	0,25	0,32
803D-22,5	●	68	22,5	158,5	102,5	56	74,3	25	45	+	0,35	0,4	0,32
803D-23	●	69	23	160	104	56	77,5	25	45	+	0,5	0,4	0,36
803D-23,5	●	71	23,5	161,5	105,5	56	77,8	25	45	+	0,25	0,4	0,34
803D-24	●	72	24	163	107	56	81	25	45	+	0,5	0,45	0,41
803D-24,5	●	74	24,5	168,5	108,5	60	78,7	32	50	+	0,35	0,4	0,43
803D-25	●	75	25	170	110	60	82	32	50	+	0,3	0,5	0,46

Příloha 4

DCM-3D (Dia 7.5-25.9) : CHAMDRILL indexable head drills, with 3xD drilling depth.



(2)Hole tolerance: D+0.05mm.



Designation	D min	D max	L	d	D3	L1	L4	Po. Size
DCM 075-022-12A-3D !	7.50	7.90	22.0	12.00	16.00	33.1	45.0	8.0
DCM 080-024-12A-3D !	8.00	8.40	24.0	12.00	16.00	35.0	45.0	8.0
DCM 085-025-12A-3D !	8.50	8.90	25.0	12.00	16.00	37.0	45.0	8.0
DCM 090-027-12A-3D !	9.00	9.40	27.0	12.00	16.00	39.1	45.0	9.0
DCM 095-028-12A-3D !	9.50	9.90	28.0	12.00	16.00	41.1	45.0	9.0
DCM 100-030-16A-3D !	10.00	10.40	30.0	16.00	20.00	44.0	48.0	10.0
DCM 105-031-16A-3D !	10.50	10.90	31.0	16.00	20.00	46.0	48.0	10.0
DCM 110-033-16A-3D !	11.00	11.40	33.0	16.00	20.00	48.1	48.0	11.0
DCM 115-034-16A-3D !	11.50	11.90	34.0	16.00	20.00	50.0	48.0	11.0
DCM 120-036-16A-3D !	12.00	12.40	36.0	16.00	20.00	52.2	48.0	12.0
DCM 125-037-16A-3D !	12.50	12.90	37.0	16.00	20.00	53.8	48.0	12.0
DCM 130-039-16A-3D !	13.00	13.40	39.0	16.00	20.00	56.5	48.0	13.0
DCM 135-040-16A-3D !	13.50	13.90	40.0	16.00	20.00	58.5	48.0	13.0
DCM 140-042-16A-3D !	14.00	14.40	42.0	16.00	20.00	61.2	48.0	14.0
DCM 145-043-16A-3D !	14.50	14.90	43.0	16.00	20.00	63.2	48.0	14.0
DCM 150-045-20A-3D !	15.00	15.90	45.0	20.00	25.00	65.7	50.0	15.0
DCM 160-048-20A-3D !	16.00	16.90	48.0	20.00	25.00	70.0	50.0	16.0
DCM 170-051-20A-3D !	17.00	17.90	51.0	20.00	25.00	73.5	50.0	17.0
DCM 180-054-25A-3D !	18.00	18.90	54.0	25.00	32.00	78.3	56.0	18.0
DCM 190-057-25A-3D !	19.00	19.90	57.0	25.00	32.00	82.3	56.0	19.0
DCM 200-060-25A-3D !	20.00	20.90	60.0	25.00	32.00	87.0	56.0	20.0
DCM 210-063-25A-3D !	21.00	21.90	63.0	25.00	32.00	90.8	56.0	21.0
DCM 220-066-25A-3D !	22.00	22.90	66.0	25.00	32.00	95.1	56.0	22.0
DCM 230-069-25A-3D !	23.00	23.90	69.0	25.00	32.00	99.5	56.0	23.0
DCM 240-072-25A-3D !	24.00	24.90	72.0	25.00	32.00	103.6	56.0	24.0
DCM 250-075-25A-3D !	25.00	25.90	75.0	25.00	32.00	109.0	56.0	25.0

